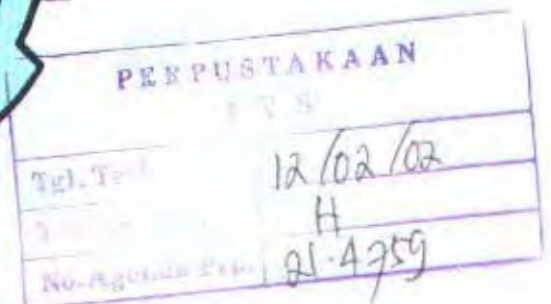


PERENCANAAN FASILITAS PENAMPUNGAN DAN
PENGOLAHAN BUANGAN KAPAL YANG MENGANDUNG
MINYAK (Oily Ships Wastes Reception Facilities)
DI PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA

TUGAS AKHIR



RSSP
363.738 2
464
P-1
2002



Disusun Oleh :

SAADIAH ULUPUTTY

4299 109 463

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2002

**PERENCANAAN FASILITAS PENAMPUNGAN DAN
PENGOLAHAN BUANGAN KAPAL YANG MENGANDUNG
MINYAK (Oily Ships Wastes Reception Facilities)
DI PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)**

Pada

**Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui / Menyetujui :

Pembimbing I



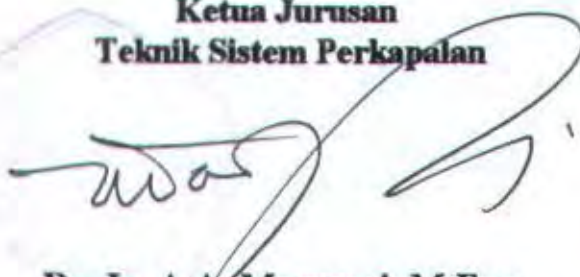
R.O. Sant Gurning, ST., M.Sc.
NIP. 132 133 980

Pembimbing II



Ir. Buyung Faraby
NIP. 130 786 958

**Ketua Jurusan
Teknik Sistem Perkapalan**



Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng.
NIP. 131 417 591

MOTTO :

Dari Petunjuk Illahi Manusia Mengabdikan

Dengan Science dan Teknologi Manusia mengatur alam dan lingkungan

(Achmad Yani – 254)

Kupersembahkan kepada :

❖ *Ayah dan Ibunda tercinta*

❖ *Kakak dan keponakan Tersayang*

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji Syukur hanyalah untuk Allah atas segala rahmat dan karunia-Nya kepada alam semesta, dan memberikan kekuatan kepada makhluk-Nya untuk menjalankan aktivitasnya.

Penyusunan tugas akhir ini adalah merupakan salah satu mata kuliah dalam kurikulum jurusan teknik sistem perkapalan, sebagai bagian dari prasyarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan.

Atas selesainya penyusunan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. A. A. Masroeri Meng, sebagai ketua jurusan Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
2. Bapak Ir. Indrajaya Gerianto, M.Sc. Selaku Dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama kuliah di ITS.
3. Bapak R.O. Saut Gurning, ST. MSc. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ide dan mengarahkan penulis selama mengerjakan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Buyung farabi, selaku dosen pembimbing yang mengarahkan penulis hingga penulisan ini selesai.
5. Segenap Dosen dan staff jurusan sistem perkapalan yang telah memberikan ilmunya, membimbing dan mengarahkan dalam mengerjakan tugas-tugas rancang.
6. Pimpinan dan staff PT. Pelabuhan Indonesia III Tanjung Perak Surabaya.
7. Semua pihak terkait yang telah membantu dalam penyusunan tugas kahir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan balasan yang berlipat ganda kepada beliau yang membimbing dan membantu penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Hal ini karena terbatasnya waktu dan tenaga serta kemampuan penulis yang masih dalam taraf belajar. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi sempurnanya tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Januari 2002

Penyusun

UCAPAN TERIMA KASIH

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan tugas akhir ini hingga selesai penulis mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik berupa moral maupun materiil. Olehnya itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bunda tercinta atas do'a yang tak putus-putusnya.
2. Abang Syafik dan M'Endang serta keponakan (Eko, Yanti, Tyas, Sari dan sikecil zuzul), Abang Haji Ali dan Ka' Haji Titan serta keponakan (A.Ta, Iwan, Evi, dan Irma), Abang Kir dan Ca Ba, Abang Haji Fandi dan Ca Haji, Abang Fahmi dan M'Nia, Abang Acang dan Ca' Oma, serta Ka' Ima atas bantuan dan do'anya.
3. M'Yeyen, staff Felc dan personil FLDb yang senantiasa memberikan spirit dan do'a.
4. Keluarga kecilku di keputih I/12 (M'Fiko, Lia, Astin, Uli, Firoh, Yuyun, Ida, Nani, Narti, Anik, Anil, Wuwus, Rini, Tyas, Sumi dan de' Firda) atas kesibukan, kebersamaan, dan segala bentuk dukungannya.
5. De' Tyas, Eza, Rini, Wuwus atas komputer dan Fasilitasnya.
6. Adik-adikku sayang Ida dan Yanti serta K'Wia atas dukungan dan masakannya.
7. De' Ani TK dan De' Lia yang telah mengantar ke Teknik Kimia dan meminjamkan bukunya.
8. De' Ani TL dan De' Wiwid yang telah mengantar ke Teknik Lingkungan dan meminjamkan bukunya.
9. Wuwus yang telah membantu ngetik dan menemani lembur.
10. Jalal, Army, Udin, Utam, Odam, Oga, Juf, Ufi, Cipto serta semua teman-teman seangkatan di Siskal.
11. Semua pihak yang telah membantu dan berpartisipasi yang tidak sempat penulis sebutkan disini.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa membalas segala amal dan keikhlasan kita semua. Amin.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

LEMBARAN MOTTO	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Permasalahan	I-2
1.3. Batasan Masalah	I-2
1.4. Tujuan Penulisan	I-3
1.5. Manfaat Penulisan	I-3
1.6. Sistematika Penulisan	I-4
BAB II. DASAR TEORI	
II.1. Umum	II-1
II.2. Komponen-Komponen Minyak Yang Mengandung Minyak	II-1
II.3. Sumber-Sumber Pencemaran Minyak Di Laut	II-3
II.3.1. Pengaruh Tumpahan Minyak	II-4
II.3.1.1. Pengaruh Terhadap Pantai	II-4
II.3.1.2. Kerusakan Biologis	II-4
II.3.1.3. Pengaruh Terhadap Bakteri Laut	II-5
II.3.1.4. Pengaruh Terhadap Plankton	II-5
II.3.1.5. Pengaruh Terhadap Organisme Benthik	II-6
II.4. Karakteristik Limbah Minyak Di Kapal	II-10
II.5. Sistem Penyaluran Limbah Minyak	II-13
II.5.1. Tangki Penampung	II-14
II.5.2. Pipa Dan Perlengkapannya	II-18
II.5.3. Pompa	II-21

II.6. Macam-macam Proses Pengolahan Limbah Minyak	II-28
II.6.1. Kinetics Technology International (KTI) Process	II-28
II.6.2. Safety Klen Technology (SFT) Process	II-30
II.6.3. Viscouable Technology	II-31
BAB III. PERENCANAAN FASILITAS PENAMPUNGAN DAN PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK DI PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA	
III.1. Pendahuluan	III-1
III.2. Pengumpulan Data	III-2
A. Layout Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya	III-3
B. Kuantitas Buangan Minyak per Tahun	III-7
C. Karakteristik Limbah Minyak	III-7
III.3. Perencanaan Sistem	III-8
III.3.1. Perencanaan Tongkang	III-9
III.3.2. Perencanaan Prototype Penampungan dan Pengolahan	III-11
III.3.3. Alternatif Disposasi Untuk Buangan Minyak	III-14
BAB IV. ANALISA PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN INSTALASI SISTEM	
IV.1. Kebutuhan Fasilitas Penampung	IV-1
IV.2. Kapasitas Pompa	IV-4
IV.3. Diameter Pipa	IV-6
IV.4. Head Sistem	IV-8
IV.5. Pemilihan Pompa	IV-15
IV.6. NPSH	IV-15
IV.7. Perhitungan Neraca Masing-masing Process	IV-17
1. Separator	IV-18
2. Reaktor	IV-20
3. Sumur Pembersih	IV-27
4. Tanki Penampung Minyak	IV-29
5. Bak Lumpur dan Buangan Solid Lainnya	IV-30

BAB V. KESIMPULAN

V.1. Kesimpulan V-1

V.2. Saran V-4

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1. Kuantitas Buangan Minyak Tiap Tahun	III.7
2. Tabel 2.2. Karakteristik Minyak Baku	III.7
3. Tabel 3.3. Karakteristik Minyak Oli Bekas	III.8

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. In-Situ Burning	II.6
2. Gambar 2.2. Penggunaan Boom	II.8
3. Gambar 2.3. Skimmer	II.8
4. Gambar 2.4. Dimensi Tangki	II.16
5. Gambar 2.5. Kerugian Gesek Yang Terjadi Sepanjang Pipa	II.21
6. Gambar 2.6. Diagram KTI Process	II.29
7. Gambar 2.7. Diagram Safety Process	II.31
8. Gambar 2.8. Diagram TDA Process	II.33
9. Gambar 2.9. Peta Tanjung Perak Surabaya	III.4.
10. Gambar 3.1. Layout Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya	III.6.
11. Gambar 3.2. Trip Aktivitas Pelayanan Buangan Limbah Kapal	III.8
12. Gambar 3.3. Tongkang Untuk Menampung Limbah Minyak	III.9
13. Gambar 3.4. Prototype Sistem Penampungan Dan Pengolahan	III.11
14. Gambar 3.5. Separator Pengolahan Limbah Minyak	III.13
15. Gambar 3.6. Alternatif Disposol Untuk Buangan Minyak	III.14

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG PENULISAN

Pelabuhan tanjung Perak Surabaya mempunyai fungsi yang sangat vital bagi aktivitas perdagangan dan transportasi laut. Beberapa fasilitas tempat tambat kapal untuk melakukan aktivitas bongkar muat antara lain Dermaga Terminal Peti Kemas (TPK), Dermaga Nilam, Dermaga Berlian, Dermaga Jamrud, Dermaga Mirah, Dermaga Kalimas dan Dermaga untuk Kapal Ferry.

Fungsi dan kedudukan Pelabuhan Tanjung Perak sebagai pelabuhan laut terbesar kedua di Indonesia inilah, menjadikan Tanjung Perak sering disinggahi kapal-kapal dari berbagai daerah baik dalam negeri maupun luar negeri. Ditandai dengan rata-rata 40 ship call perhari dengan bobot mati per kapal sekitar 3.750 DWT sebagaimana yang dipaparkan oleh R.O. saut Gurning S.T, MSc.

Kapal-kapal yang masuk ke Pelabuhan Tanjung Perak cenderung meningkat tiap tahunnya. Dengan bertambahnya jumlah kapal yang masuk ini maka volume buangan kapal-kapal yang mengandung minyak (*oily wastes*) di Pelabuhan Tanjung perak Surabaya juga cenderung meningkat. Perkiraan jumlah minyak untuk semua type kapal tiap tahun berjumlah 14.275 buah dengan total kuantitas buangan yang dihasilkan di pelabuhan sebesar $100,093 \text{ m}^3$, buangan cairan minyak $16,008 \text{ m}^3$, air bilga berminyak $240,262 \text{ m}^3$, buangan solid berminyak 3,002 Ton (Gurning, 2001).

Schubungan dengan masalah pencegahan dan pengawasan terhadap pencemaran yang diakibatkan oleh kapal, maka IMO dalam sidangnya di London

pada bulan oktober 1973 telah menghasilkan *International Convention For the Prevention of Pollution from Ships 1973 (MARPOL)*. Dan pada bulan Nopember 1973 telah diresmikan sebuah Subsidiary Body, yaitu *Marine Environment Protection Commite (MEPC)* yang akan menangani masalah-masalah marine polution.

Salah satu isi pokok dari MARPOL 73 adalah disyaratkan agar semua jenis kapal yang kurang dari 400 GRT atau lebih harus dilengkapi dengan tangki penyimpanan sisa minyak lengkap dengan pipa-pipa untuk pembuangannya di darat.

Dalam rangka penerimaan MARPOL di Indonesia serta pelaksanaannya maka diperlukan fasilitas instalasi untuk menghadapi masalah-masalah teknis yang akan dihadapi nanti. Salah satunya adalah penyediaan fasilitas penampung dan pengolahan buangan kapal yang direncanakan untuk Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

1.2. PERMASALAHAN

Dalam tugas akhir ini permasalahan yang akan dianalisa adalah :

1. Bagaimana sistem instalasi yang tepat untuk karakteristik trafik kapal dan kondisi Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.
2. Bagaimana prototype peralatan yang akan digunakan untuk mengolah limbah minyak dari buangan kapal.

1.3. BATASAN MASALAH

Agar penulisan ini dapat terarah maka penulisan ini dibatasi pada :

1. Perencanaan ini dilakukan pada Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.
2. Perencanaan ini digunakan untuk limbah-limbah kapal yang mengandung minyak.
3. Menggunakan peraturan-peraturan klasifikasi yang telah ada.

1.4. TUJUAN PENULISAN

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah melakukan perancangan umum prototype instalasi yang tepat dengan karakteristik trafik kapal dan kondisi pelabuhan Tanjung Perak Surabaya berupa :

- Kapasitas Fasilitas
- Kapasitas penyimpanan
- Type proses pengolahan
- Prototype peralatan yang digunakan untuk mengolah limbah.

1.5. MANFAAT PENULISAN

Manfaat dari tugas akhir ini adalah untuk memberikan kontribusi kepada Pelabuhan Tanjung perak Surabaya dalam membangun instalasi jenis ini dimasa depan guna mencegah kerusakan-kerusakan yang lebih besar khususnya terhadap alur pelayaran pelabuhan dan laut Jawa dalam skala yang lebih luas.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini akan membahas tentang peraturan IMO tentang pokok-pokok dari MARPOL 73, definisi buangan kapal yang mengandung minyak dan dasar-dasar teori sistem instalasi dan perlengkapannya.

BAB III PERENCANAAN FASILITAS PENAMPUNGAN DAN PENGOLAHAN BUANGAN KAPAL UNTUK PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA

Pada bab ini akan membahas tentang gambaran umum Pelabuhan Tanjung Perak, data-data kuantitas buangan minyak dari kapal di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, serta prototype fasilitas yang direncanakan.

BAB IV. ANALISA HASIL PERHITUNGAN

Pada bab ini akan membahas tentang analisa hasil perhitungan sistem instalasi yang dipasang pada Pelabuhan Tanjung Perak

BAB V. PENUTUP

Bab terakhir ini akan membahas tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

DASAR TEORI

BAB II

DASAR TEORI

II.1. UMUM

Setiap kapal yang berlayar selalu menghasilkan buangan, baik dalam bentuk cair maupun padat. Buangan berbentuk cairan yaitu minyak buangan dan buangan padat yaitu sampah-sampah dan kotoran-kotoran berupa sisa-sisa plastik dan kotoran lainnya. Buangan minyak sebenarnya adalah minyak yang telah digunakan untuk berbagai keperluan. Dari sumbernya, buangan limbah minyak di kapal dapat didefinisikan sebagai campuran antara sisa-sisa bekas minyak bahan bakar (*fuel oil*), minyak pelumas (*Lubricating oil*), Lumpur minyak (*Sludge*), air bilga berminyak (*Oily bilge water*), air ballast berminyak (*dirty ballast water*), air bekas cucian tangki yang berminyak (*oily tank washings*). Limbah minyak ini biasanya ditampung pada Sludge tank yang tersedia pada setiap kapal.

II.2. KOMPONEN-KOMPONEN LIMBAH YANG MENGANDUNG MINYAK.

Didalam MARPOL 73/78 berbagai jenis bahan penyebab pencemaran laut telah dikelompokkan ke dalam beberapa group yang masing-masing diatur didalam annex dari MARPOL 73/78. Mengingat pembahasan dalam tugas akhir ini hanya menyangkut polusi yang diakibatkan oleh berbagai jenis , maka peninjauan terbatas hanya pada Annex – I MARPOL 73/78 saja, meliputi peraturan yang menyangkut bahan – bahan pencemar air laut yang berasal dari berbagai jenis oil. Sesuai dengan regulation I , Annex – I yang dimaksud dengan “Oil” sebagai komponen utama pencemar laut adalah minyak dalam berbagai jenis antara lain :

1. Fuel Oil

Fuel oil adalah bahan bakar untuk menggerakkan motor induk dan motor bantu di kapal. Pencemaran air laut oleh fuel oil dapat terjadi saat pengisian ke tangki-tangki storage dan bila terjadi kebocoran pada tangki bahan bakar.

2. Sludge.

Sludge adalah minyak kotor sebagai hasil penyaringan terhadap cairan kotor di dalam kamar mesin oleh OWS (Oily Water Separating). Sesuai MARPOL, OWS harus dilengkapi dengan alat sensor yang mampu mendeteksi kandungan oil di dalam air yang akan dikeluarkan ke laut hingga mencapai 15 ppm.

Jadi cairan dari kamar mesin hanya boleh dikeluarkan ke laut melalui lambung kapal bila kandungan oil dalam air telah mencapai 15 ppm atau lebih rendah. Sedangkan minyak kotor sebagai hasil penyaringan ditampung di dalam sludge tank yang selanjutnya dibuang ke darat melalui short connection. Pencemaran air laut oleh sludge terjadi saat pembuangan melalui shore connection dan juga bila terjadi kerusakan pada oil sensor OWS.

3. Oil Residu

Oil residu adalah minyak kotor sebagai endapan minyak didalam tangki-tangki cargo karena kapal akan berganti muatan dengan jenis minyak yang lain. Sesuai persyaratan MARPOL, pencucian tangki cargo tangker dilakukan dengan penyemprotan air laut ke dinding-dinding tangki.

Air laut telah bercampur dengan oil residu tersebut dipindahkan ke slop tank menggunakan stripping pump. Di dalam slop tank cairan tersebut dicampur dengan air laut hingga kandungan oil di dalam air mencapai 15 ppm atau lebih rendah.

Sebelum dikeluarkan ke laut cairan slop tank dikontrol kandungan oilnya oleh alat

kontrol yang disebut ODM (Oily Discharge Monitoring), sehingga cairan slope tank yang keluar ke laut benar-benar 15 ppm atau lebih rendah.

11.3. Sumber-sumber Pencemaran Minyak di Lautan

Masuknya minyak ke lautan dapat disebabkan oleh berbagai hal. Aliran minyak dari sumber alam, limbah minyak dari daratan serta berbagai pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas manusia di lautan, dapat menjadi penyebab masuknya minyak ke lautan. Besarnya input oleh sumber-sumber tersebut disajikan dalam Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Input Minyak ke Lautan

<i>Sumber</i>	<i>Estimasi (Ton)</i>
Sumber alam	
Marine seepage	0,2
Erosi sedimen	0,5
Anjungan lepas pantai	0,05
Transportasi	
Operasi tanker	0,7
Drydocking	0,03
Pelabuhan	0,02
Bilge dan bahan bakar	0,3
Kecelakaan tanker	0,4
Kecelakaan nontanker	0,02
Deposisi atmosferik	0,3
Air limbah, run-off dan ocean dumping	
Limbah pemukiman	0,7
Penyulingan	0,1
Non-penyulingan	0,2
Run-off dari pemukiman	0,12
Run-off sungai	0,04
Ocean dumping	0,02
TOTAL	3,2

Sumber : Doerffer, 1992

Jauh sebelum manusia mulai menggunakan produk minyak bumi, telah terjadi pencemaran minyak bumi di lautan. Minyak bumi telah mulai memasuki perairan laut jutaan tahun yang lalu. Material mengandung minyak bumi yang mencapai laut berasal dari pembusukan tumbuhan dan hewan laut secara alami. Juga melalui presipitasi

hidrokarbon dari atmosfer. Sebagian besar dari pencemar tersebut akan dibiodegradasi oleh mikroorganisme sehingga dampak terhadap lingkungan menjadi sangat kecil (Bishop, 1983).

II.3.1. Pengaruh Tumpahan Minyak

Tumpahan minyak bumi membawa pengaruh yang cukup luas. Minyak dapat menimbulkan gangguan pada pantai, dapat pula membahayakan berbagai organisme laut, menimbulkan kerugian dalam bidang perikanan, merusak ekosistem laut dan lain-lain.

II.3.1.1. Pengaruh Terhadap Pantai

Pengaruh tumpahan minyak yang paling nyata adalah residu yang terdampar di pantai dan pesisir pantai, menutupi batu-batuan, pasir, tumbuh-tumbuhan dan hewan dengan lapisan minyak yang berwarna gelap. Gumpalan-gumpalan tar yang terbentuk dalam proses pelapukan minyak akan hanyut dan terdampar di pantai.

Penampakan dan bau dari material tersebut secara nyata dapat mengurangi estetika dari lingkungan pantai. Keberadaannya di pantai akan bertambah dengan cepat sehingga akan sulit menemukan bagian pantai yang tidak terkontaminasi (Bishop, 1983).

II.3.1.2. Kerusakan Biologis

Tumpahan minyak membawa berbagai efek bagi kehidupan organisme laut. Efek tumpahan minyak bisa merupakan efek letal maupun efek subletal. Efek letal adalah tanggapan yang terjadi pada saat zat-zat fisika atau kimia mengganggu proses sel atau subsel dalam makhluk hidup sampai suatu batas bahwa kematian mengikuti secara langsung. Sedangkan pengaruh subletal adalah pengaruh yang merusak kegiatan fisiologis serta perilaku tetapi tidak menyebabkan kematian secara langsung, meskipun kematian dapat terjadi karena gangguan terhadap proses makan, pertumbuhan, atau perilaku tidak normal (Connel, 1995).

II.3.1.3. Pengaruh Terhadap Bakteri laut

Komponen minyak biasanya menghambat pertumbuhan bakteri laut (Walker *et.al.* dalam Bishop, 1983). Hal ini bukan hanya karena keberadaan senyawa-senyawa toksik dalam komponen minyak bumi, tetapi juga karena terbentuknya senyawa toksik dalam proses biodegradasi. Senyawa toksik yang terbentuk dalam proses biodegradasi hidrokarbon ini dalam beberapa kasus dapat lebih beracun daripada senyawa toksik yang terdapat dalam minyak bumi (Bartha dan Atlas dalam Bishop, 1983).

Secara umum biasanya terdapat pengurangan jumlah dan jenis mikroorganisme dalam habitat salin yang terpapar hidrokarbon minyak bumi. Pada beberapa kasus, penambahan hidrokarbon akan memperkaya lingkungan (dalam hal ini penambahan nutrisi) terutama untuk mikroorganisme yang dapat memanfaatkan hidrokarbon minyak bumi dalam metabolismenya maupun organisme yang dapat memanfaatkan produk metabolisme tersebut. Akibatnya, terjadi penambahan populasi mikroorganisme/organisme dari jenis tersebut terutama pada area yang terpapar input hidrokarbon secara kronik yang kemungkinan diikuti oleh pengurangan jenis (keanekaragaman) organisme pada area tersebut (Bishop, 1983).

II.3.1.4. Pengaruh Terhadap Plankton

Tumpahan minyak dapat menyebabkan penurunan populasi alga dan protozoa akibat kontak dengan komponen toksik pada slick. Meski demikian secara keseluruhan efek terhadap plankton adalah tidak signifikan. Hal ini adalah karena organisme ini dapat bereproduksi dengan sangat cepat sehingga penurunan populasi dapat teratasi dengan cepat. Ikan, udang-udangan dan moluska yang terdapat diantara plankton-plankton akan lebih terpengaruh dan proses pemulihannya akan memakan waktu lama sampai beberapa tahun (Bishop, 1983).

II.2.1.5. Pengaruh Terhadap Organisme Benthik

Yang paling terpengaruh tumpahan minyak seringkali adalah organisme benthik. Hal ini disebabkan karena lapisan dasar mengakumulasi minyak dan organisme benthik sebenarnya tidak dapat bergerak (immobile) sehingga tidak dapat lolos dari daerah tercemar.

Kolom air akan segera bebas dari minyak, segera setelah tumpahan, hal ini membebaskan organisme pelagik dari pengaruh minyak. Lain hanya dengan organisme benthik yang seringkali harus berada dalam lingkungan tercemar minyak sampai beberapa tahun.

Pada dasarnya sumber pencemaran air laut oleh minyak berasal dari kapal-kapal tanker, oleh karenanya setiap pelabuhan besar seperti Tanjung Perak, Tanjung Priok dan pelabuhan besar lainnya harus dilengkapi dengan kapal anti polusi minyak.

saat ini ada berbagai teknik yang digunakan untuk menanggulangi tumpahan minyak, diantaranya adalah : in-situ burning, penyisihan secara mekanis, bioremediasi serta penggunaan sorbent. Setiap teknik memiliki laju penyisihan minyak yang berbeda, serta hanya dapat efektif pada kondisi tertentu.

In-situ Burning

In-situ burning merupakan pembakaran minyak pada permukaan air (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 In-Situ Burning

Sumber : Ohmsett, 2001

Penggunaan teknik *in-situ burning* akhir-akhir ini banyak mendapat perhatian terutama di Amerika Serikat. Yang menarik dari teknik ini (secara teoritis) adalah bahwa *in-situ*

burning dapat mengatasi kesulitan pemompaan minyak dari permukaan laut, penyimpanan dan pewadahan minyak serta air laut yang terasosiasi, yang akan dijumpai dalam pelaksanaan teknik penyisihan secara fisik. Akan tetapi teknik ini membutuhkan ketersediaan booms/barrier yang tahan api untuk mengkonsentrasikan slick sebelum dibakar.

Akan ada masalah mendasar yang dijumpai pada pelaksanaan teknik ini yaitu pada peristiwa tumpahan yang besar, akan sangat sulit untuk mengumpulkan dan mempertahankan minyak pada ketebalan yang mencukupi untuk dibakar. Kesulitan lain, bila komponen minyak yang mudah terbakar telah terevaporasi, maka akan sulit untuk melakukan pembakaran. Residu pembakaran dapat tenggelam dan menyebabkan efek yang kurang menguntungkan dalam jangka waktu panjang bagi ekologi dasar laut dan perikanan (White, 2001). Pelaksanaan teknik *in-situ burning* juga harus mempertimbangkan aspek kesehatan dan keamanan karena adanya resiko penyebaran api yang tidak terkontrol dan terjadinya *atmospheric fall out*.

Penyisihan Secara Mekanis

Penyisihan minyak secara mekanis dilakukan dalam dua tahap. Pertama adalah melokalisasi tumpahan dengan menggunakan booms dan selanjutnya melakukan pemindahan minyak dari permukaan air laut ke dalam wadah tertentu dengan menggunakan skimmer.

Booms adalah semacam pembatas yang digunakan untuk mencegah penyebaran minyak pada permukaan air (Gambar 2.2). Sedangkan skimmer adalah peralatan mekanis yang digunakan untuk memindahkan minyak dari permukaan air (Gambar 2.3).

Gambar 2.2 Penggunaan Boom
Sumber : Petroleum Association of Japan



Teknik ini seringkali dinilai sebagai pemecahan yang ideal, karena apabila proses dapat dilakukan dengan baik, teknik ini akan dapat menyisihkan pencemar dari lautan.

Meski sistem penyisihan secara mekanis ini dioperasikan pada beberapa jam awal tumpahan, penanggulangan tumpahan hanya akan terjadi dengan laju (rate) yang sangat rendah. Angin, arus dan gelombang, meski hanya pada tingkatan sedang (moderate state), juga membatasi keefektifan proses ini. Angin, arus dan gelombang akan menyulitkan untuk menjaga minyak tetap pada posisinya. Faktor-faktor

tersebut dapat menyebabkan minyak memercik melampaui booms atau lolos melalui bagian bawah booms.

Meski minyak telah berhasil dikonsentrasikan dalam boom, bukan berarti tidak ada masalah lainnya. Banyak skimmer hanya dapat efektif pada jenis-jenis minyak tertentu, dengan keterbatasan pada pemompaan minyak yang sangat kental dan minyak teremulsi (mousse).

Karena berbagai keterbatasannya, teknik ini biasanya digunakan hanya pada proporsi kecil (10-15 %) dari tumpahan. Dalam peristiwa Exxon Valdez misalnya, recovery minyak hanya berkisar 9% dari total tumpahan. Meski laju penyisihannya rendah, keuntungan penggunaan operasi ini dapat dimaksimalkan dengan cara menentukan konsentrasi minyak yang tertinggi dan menentukan area dimana penyisihan akan mereduksi pengaruh minyak terhadap area sensitif atau mencemari garis pantai yang akhirnya akan sulit dibersihkan. Jenis mekanis ini biasanya digunakan di sekitar pelabuhan saat buangan minyak dipompa dari kapal (White, 2001).

Bioremediasi

Bioremediasi adalah cara baru yang potensial untuk membersihkan daerah pantai yang tercemar. Biodegradasi adalah jalur utama penyisihan fraksi non-volatile minyak dari lingkungan. Dengan bioremediasi, terjadi pengurangan toksisitas minyak melalui konversi sejumlah komponen menjadi produk yang kurang berbahaya dan lebih sederhana, misalnya CO₂, air dan biomass (MAFF, 1995).

Karena proses ini pada dasarnya hanyalah mempercepat proses yang terjadi secara alami (misalnya dengan penambahan nutrien), maka proses ini kemungkinan memiliki dampak lingkungan yang kecil. Keuntungan lainnya adalah, bioremediasi dapat mengurangi dampak tumpahan secara signifikan.

Akan tetapi, proses bioremediasi tidak dapat berlangsung cepat. Biasanya efek visual tidak terlihat sampai beberapa minggu (bahkan beberapa bulan, pada iklim dingin). Bioremediasi bukan pilihan pertama, bila diperlukan proses penyisihan minyak dengan cepat. Lagi pula, bioremediasi hanya sesuai dilakukan pada tipe-tipe pantai tertentu, khususnya yang teraerasi (misalnya pantai berpasir atau berkerikil). Sangat sedikit bukti yang menunjukkan keefektifan teknik ini bila dilakukan di lautan (MAFF, 1995)

Dispersan Kimiawi

Dispersan kimiawi adalah salah satu pilihan untuk mengurangi kerusakan yang diakibatkan oleh tumpahan minyak. Dengan memecah lapisan minyak menjadi tetesan yang kecil (droplet), dispersan dapat memperkecil kemungkinan terperangkapnya hewan laut di dalam tumpahan, sehingga dapat mengurangi dampak terhadap sejumlah hewan laut. Dispersan kimiawi adalah bahan kimia dengan zat aktif yang disebut surfaktan (IPIECA, 1993).

Sistem anti polusi minyak dengan cairan dispersant oil ini tidak sesuai digunakan disekitar lokasi pelabuhan karena akan menimbulkan masalah baru karena cairan dispersant oil yang disemburkan melarutkan tumpahan minyak sehingga bisa mengganggu spesies biota laut di sekitar lokasi pelabuhan.

II.4. KARAKTERISTIK LIMBAH MINYAK DI KAPAL

Agar sistem pemompaan (Penyaluran) dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan proses, maka karakteristik dari minyak harus diketahui . Karakteristik ini antara lain :

1. Spesifik Gravity (Berat jenis)

Spesifik gravity merupakan suatu angka yang menyatakan perbandingan berat antara minyak dengan air, pada volume yang sama dengan temperatur minyak pada suhu

15⁰ C dan air pada temperatur 4⁰ C. Penggunaan spesifik gravity ini adalah untuk mengukur berat/massa jenis minyak bila volumenya sudah diketahui. Bahan bakar minyak umumnya mempunyai spesifik gravity antara 0,74 – 0,96 dengan kata lain, minyak lebih ringan dari air.

Di Amerika skala spesifik gravity ini dimodifikasi oleh API (American Petroleum Institute), yang mana spesifikasi ini dinyatakan dengan derajat api yang harganya adalah :

$$\text{Derajat API} = \frac{\text{Spesifik Gravity (60/60}^{\circ}\text{F)}}{141.5} - 131,5$$

2. Viskositas

Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan / hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan gesek dari suatu bahan cair. Semakin tinggi harga viskositas suatu fluida, maka akan semakin kental dan makin sukar mengalir fluida tersebut. Demikian juga sebaliknya, makin rendah viskositas suatu fluida maka akan makin encer fluida tersebut dan makin mudah untuk mengalir.

Untuk menentukan nilai viskositas fluida, maka digunakan suatu alat pengukur yang dinamakan viskometer. Dimana cara pengukuran kekentalan ini akan tergantung dari jenis viskometer yang digunakan dan hasil yang didapat harus dilampiri dengan jenis viskometer yang digunakan dan temperatur minyak pada saat pengukuran.

3. Nilai Kalori (Caloric Value)

Nilai kalori adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas / kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara.

Nilai kalori kotor minyak umumnya antara 18.300 – 19.800 BTU / Lb atau 10.160 – 11.000 Kcal / Kg. Harga nilai kalori ini berhubungan terbalik terhadap berat jenisnya, maka akan semakin rendah nilai kalorinya, sebaliknya semakin rendah berat jenisnya maka akan semakin tinggi nilai kalorinya.

4. Kandungan Belerang (Sulphur Content)

Semua jenis minyak mengandung belerang / sulfur dalam jumlah yang sangat kecil. Walaupun demikian berhubungan kandungan belerang ini tidak diharapkan karena sifatnya merusak, maka pembatasan dari jumlah kandungan belerang dalam bahan bakar minyak adalah sangat penting dalam spesifikasi minyak. Ini disebabkan karena dalam suatu proses pembakaran, belerang ini akan teroksidasi oleh oksigen menjadi belerang dioksida (SO_2) dan belerang trioksida (SO_3). Dimana oksida belerang ini bila mengalami kontak dengan air akan menjadi sangat korosif terhadap logam - logam dalam ruang bakar.

5. Titik tuang (Pour Point)

Titik tuang merupakan suatu angka yang menyatakan temperatur terendah dari minyak, sehingga minyak tersebut masih dapat mengalir karena gaya gravitasi. Titik tuang ini diperlukan sehubungan dengan adanya persyaratan praktis dari proses pemakaian minyak tersebut. Hal ini dikarenakan minyak sulit sekali dipompa, jika temperaturnya berada dibawah titik tuangnya.

6. Titik Nyala (Flash Point)

Titik nyala merupakan suatu angka yang menyatakan temperatur terendah dari bahan bakar minyak dimana timbul penyalan api sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api. Titik nyala ini diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan (safety) dari penampungan minyak dan pengangkutan minyak terhadap bahaya kebakaran.

II.5. Sistem Penyaluran Limbah Minyak.

Pengelolaan limbah minyak secara garis besar terdiri atas dua cara, yaitu secara on-site dan off-site. Pengelolaan limbah kapal secara on-site dapat didefinisikan sebagai penanganan yang dilakukan di kapal dimana kapal-kapal tersebut dilengkapi dengan peralatan pengolah limbah untuk kemudian dapat dibuang ke laut. Sedangkan pengelolaan secara off-site berarti bahwa penanganan dilakukan diluar kapal atau di pelabuhan dimana kapal itu akan menyalurkan limbahnya untuk diproses pada peralatan pengelolaan limbah yang tersedia di pelabuhan.

Berdasarkan isi pokok dari MARPOL 73/78, maka banyak usaha telah dirintis dalam rangka mengurangi atau meniadakan bahaya pencemaran. Dalam hubungan ini maka untuk semua jenis kapal diisyaratkan memiliki alat peralatan anti polusi sebagaimana dicatat di bawah ini :

- 1) Ukuran kapal barang kurang dari 400 GRT harus dilengkapi dengan :
 - a. Tangki penyimpanan sisa-sisa minyak lengkap dengan pipa untuk pembuangannya ke tangki-tangki untuk pembuangannya di darat.
- 2) Ukuran kapal barang lebih dari 400 GRT harus dilengkapi dengan :
 - a. Tangki penyimpanan sisa-sisa minyak seperti 1(a).
 - b. Separator yang dapat memisahkan minyak dari air, hingga campuran air yang dibuang hanya mengandung minyak paling banyak 100 ppm atau sebuah oil filtering system.
- 3) Ukuran kapal barang 10.000 GRT atau lebih harus dilengkapi dengan :
 - a. Tangki penyimpanan sisa-sisa minyak seperti 1 (a).
 - b. Separator seperti 2 (b).

c. Oil discharge monitoring dan control system yaitu sebuah alat instalasi yang secara otomatis dapat mencatat sebuah pembuangan campuran minyak, baik jangka waktu pembuangannya, jumlah rata-rata minyak yang dibuang dan jumlah keseluruhan minyak yang dibuang.

4) Ukuran kapal tangki kurang dari 150 GRT harus dilengkapi dengan :

a. Tangki penyimpanan sisa-sisa minyak seperti 1(a).

b. Discharge manifold yaitu pipa-pipa pembuang campuran minyak yang dapat dikendalikan dari tempat pengawasan.

5) Ukuran kapal tangki 150 GRT atau lebih harus dilengkapi dengan :

a. 4(a) dan 4 (b).

b. Slop tangki yaitu tangki untuk penyimpanan sisa-sisa pembersihan tangki-tangki muat.

c. Instalasi untuk membersihkan tangki-tangki serta instalasi untuk memindahkan sisa-sisa minyak.

Untuk menyalurkan limbah minyak maka hal-hal yang berhubungan dengan sistem instalasi yang harus diperhitungkan adalah tangki, pipa, pompa, dan katup - katup.

II.5.1. Tangki Penampung

Pada umumnya dimensi bejana terdiri dari : diameter, tinggi dan tebal. Agar dimensi bejana tersebut sesuai dengan kondisi proses perlu dirancang dan hasilnya distandarkan dulu kemudian dipertimbangkan secara teknis maupun ekonomis. Perancangan tangki ini biasanya memakai cara tertentu. Metode yang dipakai dalam merancang tangki terdiri dari :

1. Code perancangan tangki bertekanan.

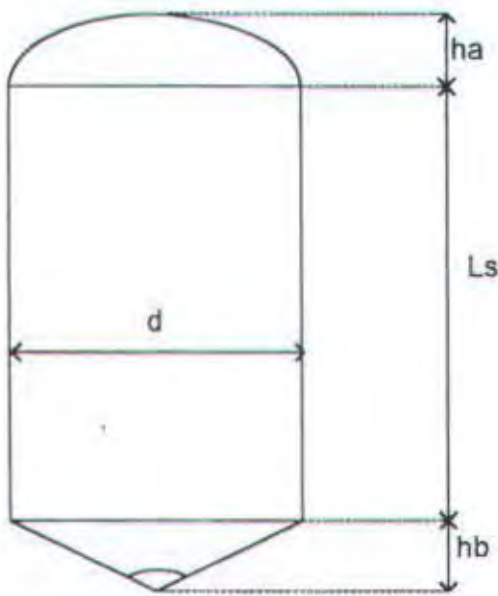
Pada perancangan tangki bertekanan code perancangan sangat diperlukan karena sangat menentukan rumus yang akan digunakan serta syarat penggunaan bahan. Code tersebut memberikan petunjuk keselamatan atau safety dalam merancang suatu peralatan proses khususnya bejana bertekanan. Beberapa kode yang sudah terkenal antara lain :

- A. BS 1500 and 1515 : Code yang dikeluarkan oleh Inggris (British Standart)
- B. IS 2825 – 1969 : Code yang dikeluarkan oleh India (Indian Standart)
- C. ASME sectin VIII : Code yang dikeluarkan oleh Amerika (American Society Mechanical Engineers).
- D. API : Code yang dikeluarkan oleh Amerika (American Petroleum Institute)

2. Perancangan dimensi tangki berdasarkan kapasitas

Pada umumnya dimensi tangki terdiri dari : diameter, tinggi dan tebal. Dimensi tersebut meliputi bagian tangki yaitu : bagian silinder, tutup atas dan tutup bawah.

Pada dasarnya bagian tangki adalah seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar II.1. Dimensi Tangki

Keterangan :

ha = Tinggi tutup atas

Ls = Tinggi bagian silinder

hb = Tinggi tutup bawah

d = diameter

Untuk merancang diameter tangki, data yang dibutuhkan adalah kapasitas tangki atau volume tangki. Dengan mengetahui volume bahan yang akan menempati tangki.

Biasanya volume fluida yang menempati tangki adalah 80 % dari volume total tangki.

Untuk merancang diameter tangki dapat didasarkan pada volume total tangki dengan menggunakan persamaan :¹⁾

$$V_T = V_l - V_{tk} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$$V_T = \text{Volume total tangki (m}^3 \text{)}$$

¹ Brownell and E. Edwin H. Young, " Process Equipment Design", Wiley Report, 1979.

V_1 = Volume fluida (m^3)

V_{rk} = Volume ruang kosong (m^3)

Selain dihitung berdasarkan volume fluida dan volume ruang kosong, volume total tangki dapat dihitung berdasarkan volume silinder, tutup atas dan tutup bawah.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

V_1 = Volume tutup bawah (m^3)

V_2 = Volume silinder (m^3)

V_3 = Volume tutup atas (m^3)

Sehingga volume total tangki menjadi :

$$V_t = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg 0,5 \alpha} + \frac{\pi}{4} d^2 L_s + 0,0847 d^3 \dots\dots\dots (3)$$

Dari persamaan 1 dan 3 dapat dicari harga d atau diameter tangki. Dengan didapatkannya harga d maka tinggi tutup dapat dirancang seperti pada persamaan :

a. Tinggi tutup bawah

$$hb = \frac{\frac{1}{2} d}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \dots\dots\dots (4)$$

b. Tinggi bagian silinder

L_s biasanya diambil sebesar 1,5 d atau disesuaikan dengan kapasitas ataupun proses yang berlaku pada tangki tersebut.

c. Tinggi tutup atas

Dengan menganggap tutup atas berbentuk standard dished head maka tinggi bagian tutup atas dapat dihitung sebagai berikut :

$$h_a = 0,169 d \dots\dots\dots (5)$$

II.5.2. Pipa dan Perlengkapannya

Untuk sistem pipa, fungsi dari pipa dan perlengkapannya merupakan wadah transportasi aliran fluida. Fluida yang mengalir melalui pipa ini mempunyai sifat mekanis dan kimiawi. Berdasarkan sifat mekanis dari fluida para ahli mengambil ketentuan standar membuat pipa berdasarkan besarnya tekanan (P) dan temperatur (T) kerja maksimum dari suatu sistem.

Pengelompokan pipa berdasarkan tekanan dan temperatur digolongkan menjadi :

1. Tekanan rendah (low pressure) : s/d MN / m^2
 Temperatur rendah : $60^0 - 170^0 C$
2. Tekanan tinggi (upper pressure) : $7 - 42 MN / m^2$
 Temperatur tinggi : diatas $170^0 C$

Bahan pipa sebagai alat transfer harus memiliki sifat sebagai berikut :

1. Mempunyai kekuatan atau kemampuan menahan beban yang terjadi pada temperatur kerja
2. Memiliki sifat yang liat dan tahan tekanan pada kondisi perubahan temperatur kerja
3. Material dibuat sedemikian rupa sehingga tahan terhadap korosi dan erosi akibat media fluida baik yang berada didalam maupun diluar pipa.
4. Mempunyai ketahanan terhadap kekaaran akibat gesekan terhadap material yang saling bergeser.
5. Berkemampuan untuk dialiri fluida pencemar, baik didalam maupun diluar pipa.

Faktor lain yang dipertimbangkan dalam pemilihan bahan untuk sistem perpipaan juga dilihat dari : harga bahan, tingkat kemudahan untuk dikerjakan, tahan lama, faktor berat dan mudah didapat dipasaran. Dalam penentuan bahan, biasanya faktor berat

adalah hal yang paling dominan. Sifat mekanis metal (dapat dicor, ditempa, dikerjakan dengan mesin, dilas) harus pula dipertimbangkan dalam penggunaan nantinya.

II.5.2.1. Diameter Pipa

Untuk menentukan besarnya diameter pipa yang dipakai pada instalasi digunakan persamaan kontinuitas :

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

$$Q = \text{Kapasitas (m}^3 / \text{s)}$$

$$V = \text{Kecepatan (m/s)}$$

$$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$= \pi/4 \times d^2$$

$$d = \text{diameter (m)}$$

Sehingga persamaan diatas dapat dinyatakan sebagai :

$$Q = V \cdot \pi/4 \cdot d^2$$

Jadi besarnya diameter pipa adalah :

$$d = \left[\frac{4 \times Q}{\pi \times V} \right]^{1/2}$$

II.5.2.2. Kerugian-Kerugian Pada Pipa

Untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa pada aliran turbulen terdapat berbagai rumus empiris, diantaranya adalah formula Darcy dan Horzen Williams.

2. Formula Darcy.

Dengan cara Darcy, koefisien gesek λ dihitung menurut rumus :

$$0,0005$$

$$\lambda = 0,020 + \frac{\dots}{D}$$

Rumus ini berlaku untuk pipa besi cor yang baru, jika pipa telah dipakai bertahun-tahun, harga λ akan menjadi 1,5 sampai 2,0 kali harga barunya.

2. Rumus Hazen – Williams.

Rumus ini pada umumnya dipakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif sangat panjang. Bentuknya dinyatakan sebagai berikut :

$$hf = \frac{10,666}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,85}} \times L$$

Dimana :

V = Kecepatan didalam pipa (m/s)

C = Koefisien hazen Williams

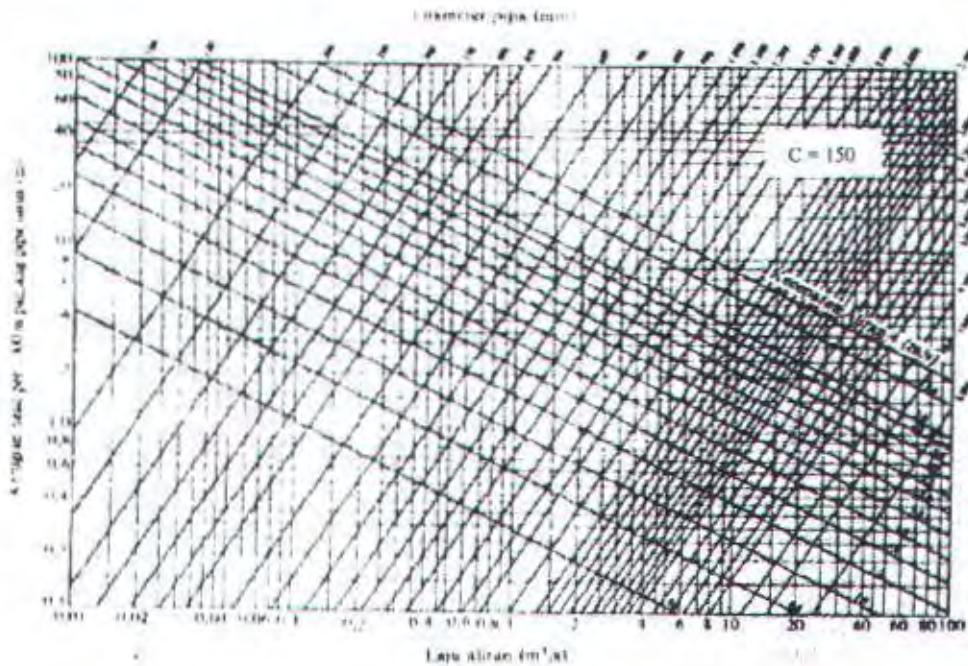
Hf = head kerugian (m)

Q = Laju aliran (m³/s).

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

Harga koefisien kerugian pada pipa dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Kerugian gesekan yang terjadi sepanjang pipa

II.5.3. Pompa

Pompa adalah suatu alat bantu yang digunakan untuk menaikkan atau memindahkan zat cair dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi. Menurut cara pemindahan liquid dan pemberian tenaga pada liquidnya, maka pompa dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu

1. Pompa positive displacement adalah pompa yang ruang kerjanya berubah secara periodik dari besar ke kecil dan dari kecil ke besar. Pada waktu beroperasi, energi yang diberikan ke liquid adalah energi potensial, sehingga fluida berpindah secara volume per volume. Jenis-jenis dari pompa positive displacement adalah Gear pump, piston, Flexible member, Lobe, Screw, Circumterential piston. Jika head sistem bertambah maka titik operasi pompa akan berpindah ke arah kapasitas yang lebih rendah, demikian juga sebaliknya kapasitas yang dialirkan sangat tergantung dari head total sistem.

2. Pompa non positive displacement adalah pompa yang volume ruang kerjanya selalu tetap pada saat pompa bekerja sedangkan energi yang diberikan ke dalam liquidnya sebagian besarnya adalah energi kinetik sehingga perpindahan liquidnya terjadi karena diakibatkan oleh perubahan kecepatan atau perubahan energi kinetik. Jenis-jenis dari pompa non positive displacement adalah Centrifugal pump, Regenerative turbin, Jet pump. Jika head sistem bertambah maka titik operasi pompa akan berpindah ke arah kapasitas yang lebih rendah. Demikian juga sebaliknya, kapasitas yang dialirkan sangat tergantung dari head total sistem.

Hal-hal yang dipertimbangkan dalam pemilihan pompa adalah :

1. Mengetahui jenis fluida yang akan dipindahkan
2. Mengetahui tingkat viskositas dari fluida yang akan dipindahkan
3. Mengetahui secara detail dari instalasi pipanya
4. Performance dari pompa, diantaranya adalah :
 - a. Efisiensi
 - b. NPSH
 - c. Kapasitas
 - d. Daya dari pompa

II.5.3.1. Kapasitas Pompa

Pertama-tama harus dihitung terlebih dahulu berapa kapasitas minyak yang akan dipompa sehingga dapat dihitung kapasitas pompanya dengan menggunakan rumus

Kapasitas pompa berdasarkan kebutuhan puncak :²⁾

$$Q_p = \frac{Q \cdot k}{t}$$

²⁾ Pompa dan Kompresor, Sularso, Haruo Tahara, Pradnya Paramita 1991, halaman 20

Dimana : Q_p = Kapasitas pompa (m^3/s)

Q = Kapasitas minyak yang akan dipompa (m^3/s)

K = Koefisien

t = Jumlah pompa

II.5.3.2. Head Yang Dibutuhkan oleh Sistem

Head total yang harus disediakan pompa untuk mengalirkan jumlah limbah minyak seperti yang direncanakan, ditentukan dari kondisi instalasi yang dilayani.

Besarnya head total ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$H = H_a + H_p + H_v + H_l$$

Atau head sistem dapat dinyatakan sebagai :

$$H = H_{st} + H_{dn}$$

Dimana :

H_{st} = Head statis

$$= H_a + H_p$$

H_a = Head ketinggian

H_p = Head tekanan

H_{dn} = Head dinamis

$$= H_v + H_l$$

H_v = Head kecepatan

H_l = Head karena kerugian sepanjang pipa

Head kerugian yang terjadi pada instalasi terjadi dari head loss yang terjadi karena pengaruh gesekan didalam pipa disebut head mayor dan head loss yang terjadi karena

ditimbulkan oleh lubang masuk, belokan-belokan, katup-katup, perubahan luas penampang pipa dan sebagainya disebut head minor.

Head Losses Mayor (Hl)

Head loss mayor adalah kerugian yang terjadi karena adanya faktor gesekan antara fluida dan dinding dalam pipa yang mempunyai luas penampang konstan sepanjang aliran. Untuk aliran laminar kerugian head mayor dapat dihitung sebagai berikut :³⁾

$$H_l = \frac{V \cdot \mu}{Re \cdot D \cdot 2g}$$

Sedangkan untuk aliran turbulen :⁴⁾

$$H_l = f \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

Dimana : Re = angka Reynold

= (Re < 2300, aliran laminar)

(Re > 2300, aliran turbulen)

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

Head Loses Minor.

Head losses minor adalah kerugian yang terjadi karena aliran fluida melalui saluran masuk, katup-katup, perubahan luas penampang dan sebagainya.

Head loses minor dituliskan sebagai :⁵⁾

³⁾ Robert W. Fox, Alan T. Mc Donald " Introduction to Fluid Mechanics" John Wiley & Sons, Third Edition, Copyright 1985, Halaman 360.

⁴⁾ Idem, Halaman 361.

⁵⁾ Idem, halaman 365-366

ditimbulkan oleh lubang masuk, belokan-belokan, katup-katup, perubahan luas penampang pipa dan sebagainya disebut head minor.

Head Losses Mayor (Hl)

Head loss mayor adalah kerugian yang terjadi karena adanya faktor gesekan antara fluida dan dinding dalam pipa yang mempunyai luas penampang konstan sepanjang aliran. Untuk aliran laminar kerugian head mayor dapat dihitung sebagai berikut :³⁾

$$H_l = \frac{V \cdot \mu}{Re \cdot D \cdot 2g}$$

Sedangkan untuk aliran turbulen :⁴⁾

$$H_l = f \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

Dimana : Re = angka Reynold

= (Re < 2300, aliran laminar)

(Re > 2300, aliran turbulen)

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

Head Loses Minor.

Head losses minor adalah kerugian yang terjadi karena aliran fluida melalui saluran masuk, katup-katup, perubahan luas penampang dan sebagainya.

Head loses minor dituliskan sebagai :⁵⁾

³⁾ Robert W. Fox, Alan T. Mc Donald " Introduction to Fluid Mechanics" John Wiley & Sons, Third Edition, Copyright 1985, Halaman 360.

⁴⁾ Idem, Halaman 361

⁵⁾ Idem, halaman 365-366

$$H_{lm} = k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

K = kekasaran relatif pipa

V = kecepatan aliran fluida (m/dt)

G = Gaya gravitasi = $9,8 \text{ kgm/det}^2$

11.5.3.3. Net Positive Head Suction (NPSH)

Net positive head suction didefinisikan sebagai ukuran keamanan pompa terhadap kavitasi. Kavitasi akan terjadi bila tekanan statis suatu aliran zat cair turun sampai dibawah tekanan uap jenuhnya.

Jika pompa mengalami kavitasi, maka sebagian zat cair akan menjadi uap. Bila uap bercampur cairan, mengalir melalui daerah bertekanan lebih tinggi maka gelembung uap akan meletus yang akan menyebabkan kerusakan pada dinding saluran tempat terjadinya kavitasi dan akan menurunkan efisiensi volumetris dari pompa.

Ada 2 macam NPSH yaitu :⁶

1. NPSH yang tersedia adalah head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa (ekuivalen dengan tekanan mutlak pada sisi isap pompa), dikurangi tekanan uap jenuh zat cair di tempat tersebut. Dalam hal ini pompa menghisap zat cair ditempat terbuka (dengan tekanan atmosfer pada permukaan zat cair tersebut), maka besarnya NPSH yang tersedia :⁷

$$H_{av} = \frac{P_a}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - h_s - h_{ls}$$

⁶ B.S. Anwir, Ing A. Nouwen "Pompa 2" Penerbit Bharata Karya Aksara- Jakarta, 1981, Halaman 58.

⁷ Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Pradnya Paramita 1991, hal 44

Dimana :

H_{av} = NPSH yang tersedia (m)

P_a = Tekanan atmosfer (kgf/m^2)

P_v = Tekanan uap jenuh (kgf/m^2)

γ = Berat jenis zat cair (kgf/m^2)

h_s = Head isap statis (m)

h_{fs} = Kerugian head dibagian isap (m).

2. NPSH Yang Diperlukan.

Tekanan terendah di dalam pompa biasanya terdapat di suatu titik dekat sisi masuk sudu impeler. Ditempat tersebut tekanan adalah lebih rendah daripada tekanan lubang isap pompa. Hal ini disebabkan oleh kerugian head di nozel isap, kenaikan kecepatan aliran karena luas penampang yang menyempit dan kenaikan kecepatan aliran karena tebal sudut setempat. Agar tidak terjadi penguapan zat cair, maka tekanan didalam lubang masuk pompa dikurangi penurunan tekanan didalam pompa harus lebih tinggi daripada tekanan penguapan zat cair. Head tekanan yang besarnya sama dengan penurunan tekanan ini disebut NPSH yang diperlukan.

Harga NPSH yang diperlukan dapat dihitung sebagai berikut :⁸

$$H_{NPSH} = \alpha \cdot H_N$$

Dimana :

H_{NPSH} = NPSH yang diperlukan (m)

H_N = Head total pompa (m)

α = Koefisien kavitasi

⁸ Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Pradnya Paramita 1991, hal 45-46

11.5.3.4. Daya Poros dan Efisiensi Pompa

Energi yang secara efektif diterima oleh minyak dari pompa per satuan waktu disebut daya minyak. Yang dapat dinyatakan sebagai berikut :⁹

$$P_o = 0,163$$

γ = Berat minyak per satuan volume (kgf/l)

Q = Kapasitas (m³/min)

H = Head total pompa (m)

0,163 = faktor konversi

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya minyak yang ditambah kerugian daya didalam pompa. Daya ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P = \frac{P_w}{\eta_p}$$

Dimana :

P = daya poros pompa (kW)

η_p = Efisiensi total pompa

Efisiensi total pompa ditentukan oleh besarnya efisiensi volumetris (η_v), efisiensi hidrolis (η_h), dan efisiensi mekanis (η_m) pompa tersebut dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

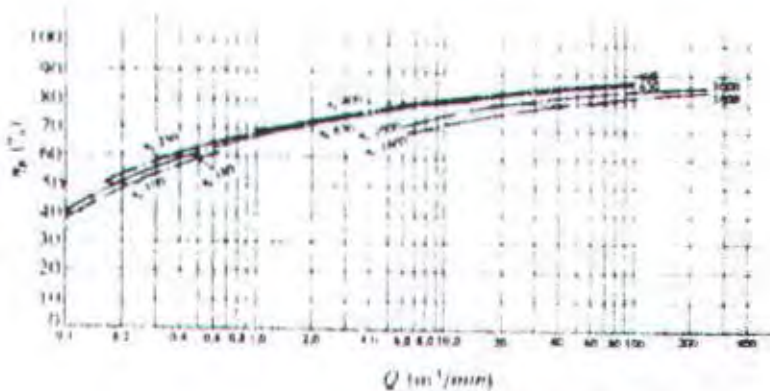
$$\eta_p = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_m$$

Daya poros dapat dinyatakan sebagai :

$$P = \frac{0,163 \times \gamma \times Q \times H}{\eta_p}$$

⁹ Ibid, hal 53

Harga-harga standar efisiensi pompa η_p diberikan dalam gambar 2.5.



Gambar 2.3. Standar efisiensi pompa

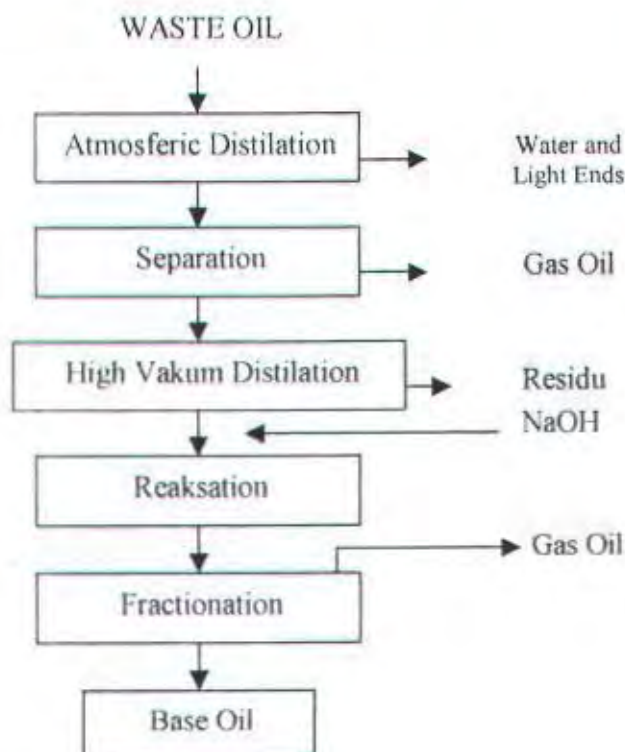
II.6. Macam – macam Proses Pengolahan Limbah Minyak

Berdasarkan penjabaran teknologi secara umum dikenal teknologi yang paling banyak digunakan dalam pengolahan limbah minyak adalah sebagai berikut :

II.6.1. KTI (Kinetics Technology International) Process.

Merupakan teknologi yang menggabungkan antara distilasi vakum dan hidrofinishing untuk mendaur ulang bagi yang terbesar kontaminan dalam limbah minyak. Urutan prosesnya meliputi : distilasi atmosfer, distilasi vakum, hidrifinishing dari distilasi vakum, dan fraksinasi seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.6. Distilasi atmosfer akan mengambil air dan fraksi hidrokarbon ringan pada saat ini vakum pertama menghasilkan produk limbah minyak (oily wastes). Proses ini tanpa dilakukan pre-treatment berikutnya, distilasi vakum secara khusus akan dikembangkan dengan meminimalkan panas dengan temperatur operasi tidak lebih dari 250°C , dengan waktu tinggal yang rendah. Pada kondisi ini akan menghasilkan lapisan film yang tebal untuk dievaporasi. Setelah dilewatkan melalui evaporator maka akan dihasilkan base oil

untuk proses lanjutannya. Oil yang terdistilasi ini kemudian dicampur dengan hidrogen dipanaskan dalam reaktor untuk diambil belerang, oksigen dan nitrogen yang ada di base oil. Hidrogenasi oil pada tahap akhir dilakukan stripping dengan steam atau fraksinasi kedalam base oil dengan fraksi yang berbeda tergantung dari spesifikasi produk yang diinginkan. Teknologi ini diterima luas karena dapat menangani bahan baku yang jelek dan memproduksi oil dengan kualitas tinggi serta yiel sekitar 82 % dengan basis kering. Polusi sebagai akibat produksi bisa diminimalkan . Secara umum hasil dari vakum ini adalah residu yang mengandung aditive, aspal, produk polimer, dan imporities lainnya. Walaupun demikian residu ini adalah sesuatu yang bisa dijual. Teknologi KTI ini pertama kali digunakan di Yunani pada tahun 1982.



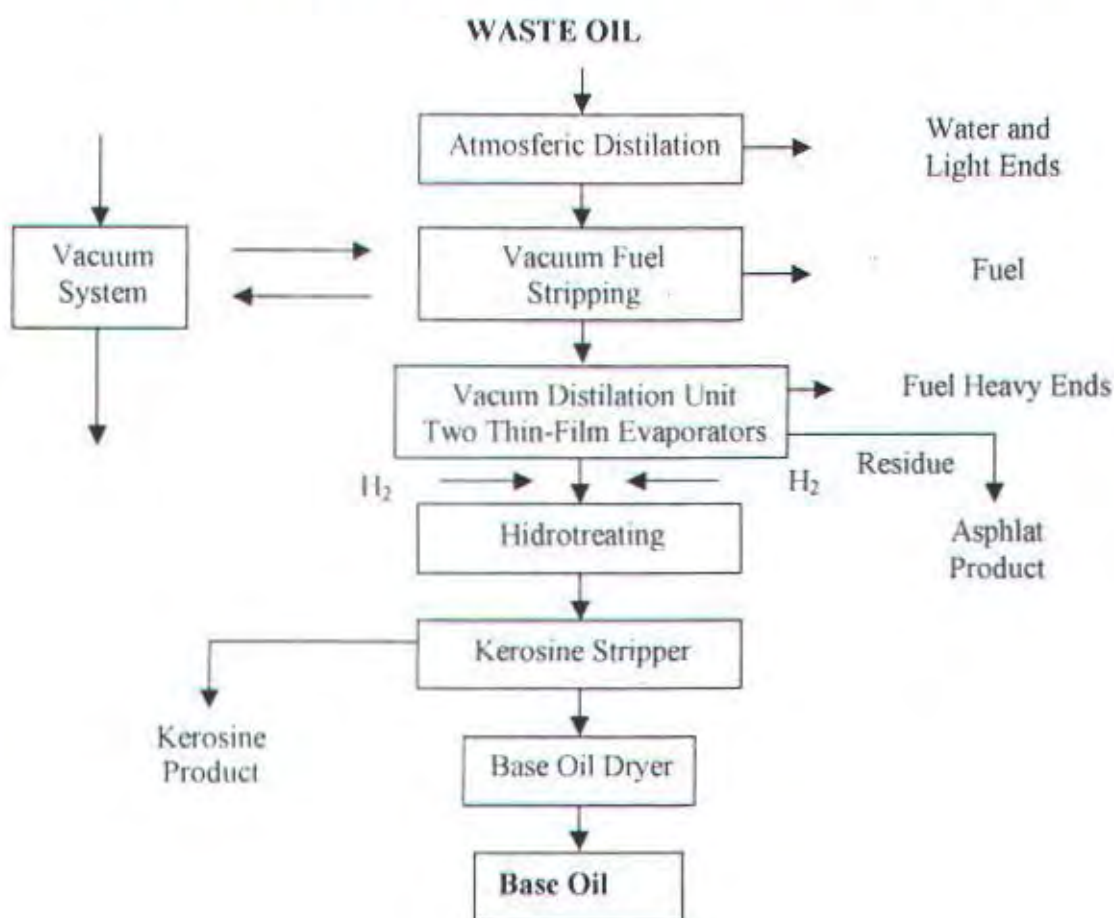
Gambar 2.6
Diagram proses KTI process

II.6.2. Safety Klen Technology

Proses ini paling banyak digunakan didunia untuk industri re-refinery. Proses ini merupakan gabungan antara wiped-film vacuum distillation dengan fixed-bed catalytic hydro treatment. Pabrik dengan metode ini lima sampai sepuluh kali lebih besar kapasitasnya dan mungkin secara luas dapat digunakan dengan dukungan bahan baku seperti yang ada pada dua belas tahun yang silam. Kapasitas plant ini sekitar 250.000 ton tiap tahun. Seperti yang ada di Chicago Timur, USA. Sedangkan di Breslau, Ontario USA berkapasitas 120.000 ton tiap tahun. Prosesnya ditunjukkan pada Gambar 2.5. Proses dimulai dari pengambilan air dan larutan ringan dengan menggunakan fiesdrum yang beroperasi secara atmosfer. Kolom vakum /fuel stripper mengambil kembali sebagian bahan bakar dan larutan berat. Unit destilasi vakum merupakan kombinasi fungsi pemisahan minyak bekas sampai fraksi terberat dan menghasilkan berbagai macam aliran produk. Minyak bekas yang sudah di cracking lalu di hidrotreated melewati seperangkat fixed-beds dengan katalis nikel molybdenum. Unjuk kerja dari Hidrotreated secara bertahap mengurangi katalis dan menghasilkan kualitas produk akhir. Pada langkah ini, akan meningkatkan kestabilan suhu dengan penurunan polinuklir aromatik yang mana mungkin merupakan kerusakan pada sumbernya. Juga akan diambil kembali Halogen dengan titik boiling yang tinggi dan senyawa polar. Tahap akhir meliputi pemisah kerosin dan pengering base oil. Larutan sebagai hasil dari destilasi atmosfer akan dikirim ke unit pengolah air dimana hidrokarbon ringan yang terkontaminasi akan diolah kembali dari semua langkah atau dipakai sebagai bahan bakar re-refinery. Sebagai catatan, safety klen corporation teal mempunyai kualifikasi lengkap pada 10 W oli mesin dengan hanya re-refinery base oil.

II.6.3. Viscouble Technology

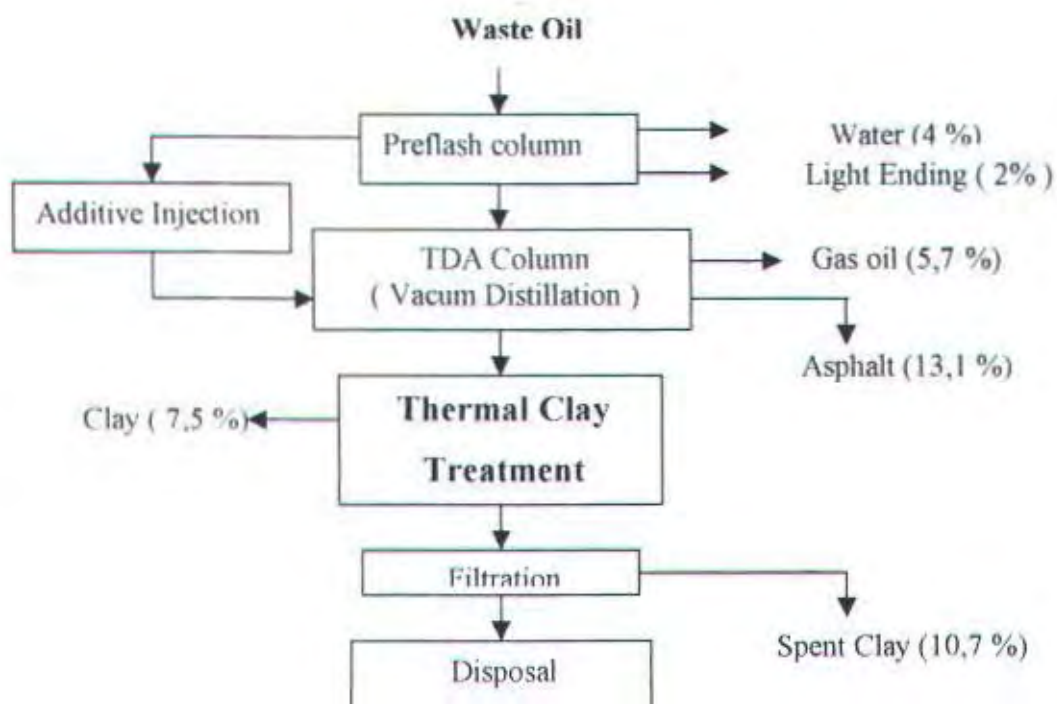
Teknologi ini juga dikenal sebagai Thermal Deasphalting (TDA) proses, sebagai pengembangan proses deasphalting yang mana telah dioperasikan selama lebih dari 15 tahun di Spanyol, Italia dengan kapasitas 40.000 ton/ tahun dengan menggunakan propane deasphalting diikuti dengan destilasi vakum dan clay finishing. TDA merupakan inovasi yang didasarkan pada pengalaman-pengalaman perusahaan. Jika dibandingkan dengan Safety Kleen Proses, maka proses TDA merupakan kurgan pabrik menengah. Sebagai contoh kapasitas untuk plant lama di Pieve Fissiraga, Milan adalah 80.000 ton/tahun oli bekas. Tetapi pada sisi lain merupakan kedua terbesar di Eropa dalam hal kapasitas. Viscolube dikembangkan untuk pabrik kecil dengan kapasitas yang disarankan 10.000 ton/tahun, seperti yang ada di Pakistan.



Gambar 2.7
Simplifief Safety Kleen Process

Gambar 2.7 merupakan tahapan pada pengolahan dengan cara Viscolube Technology. Oli bekas diproses pertama kali dengan pengambilan air dan komponen ringan menggunakan Preflash Additive dalam jumlah kecil diinjeksikan kedalam feed. Aspek khusus dalam kontruksi fasilitas dalam digunakan additive untuk mereduksi kotoran dan korosi menjadi minimum. Dehydrated waste oil dipindah ketangki penampung intermediate. Produk atas, dilakukan kompresi uap air dan komponen ringan menggunakan seperangkat ejector dan kemudian dipisahkan. Air yang terkondensasi, setelah itu diolah, lebih jauh digunakan sebagai air proses. Fraksi hidrokarbon ringan kemudian dipompa ke separator. Kemudian dehydrated oil di tanki penampung dirotasikan ke pipa menuju Vacuum Distillationn (Unit TDA) . TDA itu mempunyai efisiensi dalam fraksinasi yang tinggi, untuk memisahkan konsentrasi senyawa organometallic dan bahan asphal ke bottom. Kolom dioperasikan pada vakum sekitar 20 mmHg dan menghasilkan 3 fraksi base oil. Produk dijadikan bahan bakar. Bagaimanapun juga, proses TDA dapat lebih mudah dikombinasi dengan unit hidrofinishing yang akan menghasilkan kemurnian yang tinggi dengan optimasi katalis.

TDA/TCT akan menghasilkan yiel 71% fraksi base oil. Hidrofinishing dapat ditingkatkan menjadi 75% yield. Sedangkan dengan clay, akan membutuhkan 7,5% clay. Proses TDA/TCT menghasilkan limbah 4 % dari feed dan dengan mudah diolah menggunakan pengolahan biologis sederhana.



Gambar 2.7

Blok diagram Proses Viscolube TDA

BAB III

PERENCANAAN FASILITAS PENAMPUNGAN DAN PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK DI PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA

BAB III

PERENCANAAN FASILITAS PENAMPUNGAN DAN PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK DI PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA

III.1. Pendahuluan

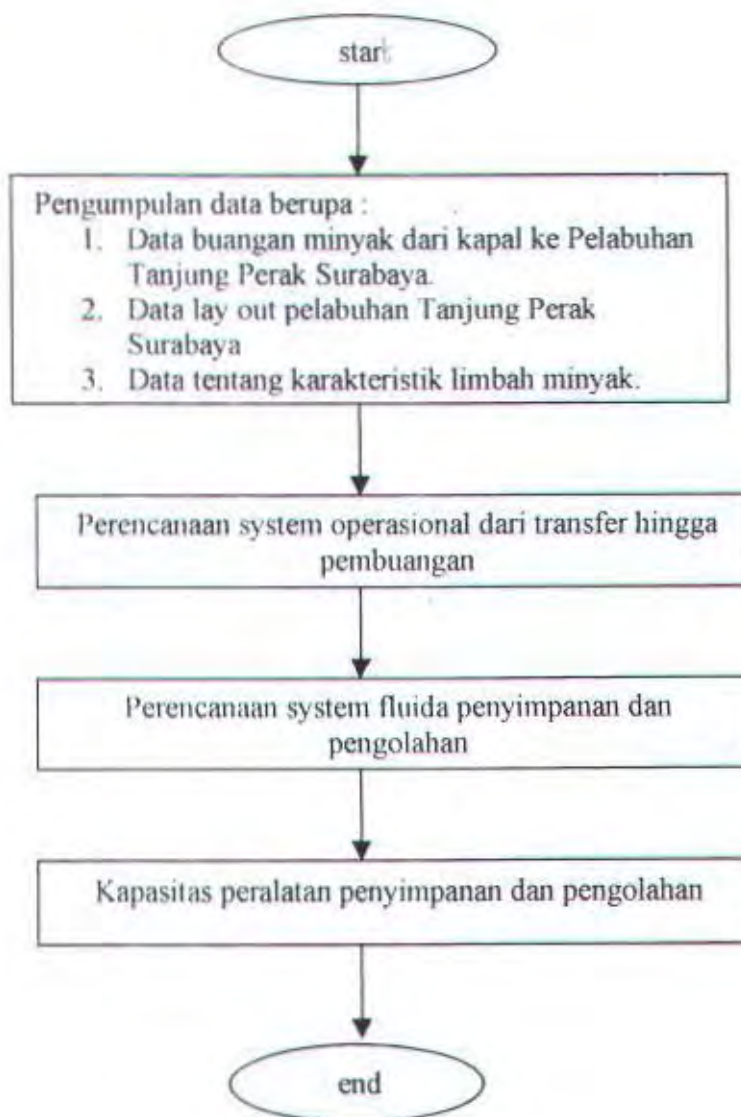
Didalam penulisan tugas akhir ini dilakukan perencanaan system penampungan dan pengolahan limbah minyak yang berasal dari kapal yang masuk ke Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

Sebagai objek perencanaan digunakan data buangan limbah yang masuk ke Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya tiap tahunnya. Dan untuk karakteristik kandungan buangan minyak digunakan data yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal minyak dan gas bumi.

Analisa secara studi literature dilakukan terhadap perencanaan system ini untuk mengetahui dan mendapatkan peralatan yang digunakan pada system instalasinya. Dari hasil analisa tersebut dapat diketahui jenis, type, dan prototype peralatan yang digunakan dalam menampung dan mengolah buangan limbah tersebut.

Perencanaan sistem penamoungan dan pengolahan ini didasarkan pada beberapa hal, antara lain : volume buangan limbah yang dihasilkan dari kapal-kapal di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, pemberlakuan regulasi IMO tentang pengadaan fasilitas penampungan dan pengolahan yang harus disediakan pelabuhan dan pemanfaatan limbah minyak untuk industri kecil lainnya.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam flow chart sebagai berikut :



III.2. Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Data lay out Pelabuhan yang diperoleh dari data Pelabuhan Indonesia III Tanjung Perak Surabaya.

2. Data Total kuantitas buangan kapal dari hasil penelitian R.O. Saut Gurning M.Sc pada tahun 2001.
3. Data tentang sifat dan karakteristik yang terkandung didalam limbah minyak yang diperoleh dari data yang dikeluarkan oleh Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi.

Data-data yang dihimpun tersebut diatas, diuraikan sebagai berikut :

A. Lay Out Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

Pelabuhan Tanjung Perak merupakan pelabuhan kedua terbesar di Indonesia yang terletak di sebelah utara kota Surabaya dengan posisi antara garis bujur timur $112^{\circ}43'22''$ Bujur timur dan $07^{\circ}11'54''$ Lintang Selatan. Luas wilayah daerah pelabuhan Meliputi 1.547,3 hektar dan daerah perairan seluas 15.556.300 m^2 untuk perairan luar, dan 784.000 m^2 sedangkan luas daerah daratan sebesar 574,7 hektar yang telah dibagi-bagi sesuai dengan kepentingan dan penggunaannya.

Batas-batas daerah pelabuhan yang diatur didalam Staats Blad Van Nederlands Indis no. 159 tahun 1940, terdiri dari :

- Sebelah Utara : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Jalan Rajawali terus jalan Gresik
- Sebelah Timur : Kali Lamongan (Batas Kotamadya Surabaya dengan Kabupaten Gresik)



Gambar III.1. Peta Tanjung Perak

Pelabuhan Tanjung Perak memiliki bermacam-macam fasilitas yang seluruhnya telah dimanfaatkan dan dipergunakan untuk pemakai jasa pelabuhan baik perusahaan pemerintah maupun swasta yang mempunyai bidang usaha yang melakukan kegiatan dilingkungan daerah pelabuhan.

Fasilitas pelabuhan yang terdiri dari beberapa dermaga dan tambatan seluruhnya dapat menampung kapal-kapal niaga untuk tempat kegiatan bongkar muat barang dan penumpang.

Fasilitas pelabuhan meliputi antara lain :

a. Dermaga Jamrud

DESCRIPTION	JAMRUD UTARA	JAMRUD SELATAN	JAMRUD BARAT
Size (hectares)	1,8	1,2	0,3
Draft	-9,0	-8,0	-8,0
Berth Length (m)	1,200	800	160
Apron Width (m ²)	15	15	15
Transhit Shed (m ²)	22,391	23,495	-
Open Storage Area (m ²)	1,912	5,677	-
Available For	Ocean Passenger	Interisland	Interisland

b. Dermaga Berlian

DESCRIPTION	BERLIAN TIMUR	BERLIAN BARAT
Size (hectares)	1,2	1,2
Draft	-10	-10
Berth Length (m)	785	700
Apron Width (m ²)	15	15
Transhit Shed (m ²)	8,780	9,166
Open Storage Area (m ²)	-	19,500
Available For	Ocean Going (Liquid Bulk)	Ocean Going (Dry Bulk)

c. Dermaga Intan

DESCRIPTION	INTAN
Size (hectares)	0,04
Draft	-4,0
Berth Length (m)	100
Apron Width (m ²)	-
Transhit Shed (m ²)	-
Open Storage Area (m ²)	-
Available For	Interisland

d. Dermaga Mirah

DESCRIPTION	MIRAH
Size (hectares)	1,7
Draft	-7,0
Berth Length (m)	640
Apron Width (m ²)	15
Transhit Shed (m ²)	13,700
Open Storage Area (m ²)	15,965
Available For	Interisland

e. Dermaga Kalimas

DESCRIPTION	KALIMAS
Size (hectares)	5,2
Draft	-2,0
Berth Length (m)	2,270
Apron Width (m ²)	20
Transhit Shed (m ²)	6,714
Open Storage Area (m ²)	3,200
Available For	Sailing Ship

B. Kuantitas Buangan Minyak Per Tahun

Tabel II.1. Kuantitas buangan minyak tiap tahun yang dihasilkan pada Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya

Tipe Produk	Tipe Kapal	Jumlah Kapal	Rata-rata waktu sandar di pelabuhan	Total kuantitas buangan yang dihasilkan di pelabuhan			
				Lumpur Minyak (m ³)	Buangan cairan minyak (m ³)	Air Bilga berminyak (m ³)	Buangan solid berminyak (ton)
P.O.I mentah dan produknya	Oil Tanker	2.137	2,49	8.687	1.390	20.846	264
Oil Tanker	Dry Bulk	416	6,15	7.513	1.198	18.029	225
Bahan Mentah	Dry Bulk	415	10,2	8.140	1.303	19.534	244
Curah kering	Dry Bulk	658	7,41	12.515	1.999	30.040	376
Curah cair	Tanker/Liquid Bulk	2.160	1,93	6.847	1.100	16.424	204
General cargo	Break Bulk/General Cargo	6.261	3,59	47.738	47.738	114.569	1.429
Kontainer	Kontainer	2.228	1,96	8.654	8.654	20.819	261
Total		14.275		100.093	16.008	240.262	3.002

C. Karakteristik Limbah Minyak

Tabel II.2. Karakteristik minyak baku

NO	PROPERTIES	LIMITS TEST METODE		
		Min	Actual	ASTM
1	Specific Gravity	0,840	0,920	D-1298
2	Viscosity Redwood	35	45	D-445
3	Pour Point	-	65	D-97
4	Sulphur content	-	1,5	D-1551/1552
5	Carbon Residu	-	1.0	D-198
6	Water Content	-	0,25	D-95
7	Sedimen	-	0,02	D-473
8	Ash	-	0,02	D-482
9	Acid Number mgKOH/gr	-	-	D-974
10	Flash Point	150	-	D-93
11	Color	6	-	D-1500

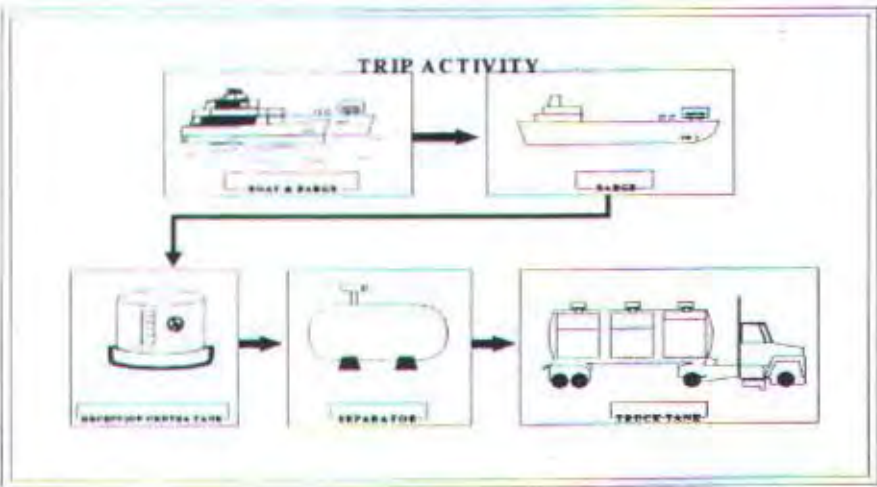
Tabel II.3. Karakteristik minyak oli bekas

NO	PROPERTIES	1987	1989	1991
1.	Spesific grafitiy	0,893	0,898	0,895
2.	Viscocity 40 ⁰ C ,cSt	78,0	82,04	86,55
3.	Viscositas 100 ⁰ C,cSt	10,92	11,44	12,68
4.	Total Nitrogen (ppm)	950	-	-
5.	Sulfur (%)	0,883	1,17	0,68
6.	Chlorine (ppm)	750	236	736
7.	Metals and metalloids	-	-	-
8.	Ca	1631	3973	2443
9.	Mg	373	108	88
10.	Zn	954	1159	1192
11.	P	821	1204	1277
12.	Pb	2000	51	3276
13.	Mo	13	11	1

Dengan mengetahui data lay out Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, kuantitas buangan minyak dan karakteristik limbah minyak tersebut, dapat ditentukan kapasitas dan dapat dihitung sistem instalasi penampungan dan pengolahan limbah minyak.

III.3. Perencanaan Sistem

Didalam penulisan tugas akhir ini dimulai dari merencanakan aktivitas pelayanan limbah dari kapal-kapal yang masuk ke Pelabuhan seperti gambaran dibawah ini :



Gambar III.3. Trip aktivitas untuk pelayanan dan pengolahan buangan limbah dari kapal

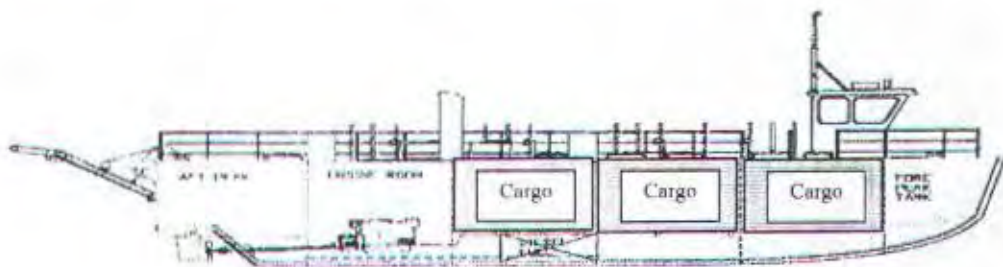
Keterangan :

1. Permintaan pelayanan untuk pengambilan limbah minyak ke pihak perusahaan (Tanjung Perak) dua atau satu hari sebelum kunjung kapal.
2. Tongkang bergerak ke kapal yang sandar di dermaga, siap melaksanakan pemompaan minyak kotor dari kapal.
3. Setelah selesai tongkang bergerak menuju ke pangkalan penampungan yang ada di pelabuhan.
4. Limbah minyak kemudian ditreatment di penampungan di pelabuhan dengan menggunakan separator hingga mendapatkan kandungan minyak yang bisa memenuhi standar lingkungan untuk dibuang lagi ke laut atau ditampung pada sumur pembersih
5. Minyak yang diperoleh dari treatment di separator dapat digunakan untuk pembakaran batu kapur seperti di daerah Waru Sidoarjo.

III.3.1. Perencanaan Tongkang.

Perencanaan sistem pelayanan untuk penampungan dimulai dari merencanakan kapal tongkang yang dimodifikasi dari kapal tongkang yang beroperasi dalam manampung limbah pada pelayanan limbah kapal-kapal di Pelabuhan Pangkal Pinang, Malaysia.

Adapun perencanaan tongkang yang sesuai dengan kuantitas limbah buangan untuk Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya adalah Sebagai Berikut :



Gambar III.4. Kapal Tongkang untuk penampungan limbah minyak dari kapal

Ukuran utama tongkang adalah sebagai berikut :

Panjang kapal : 22,50 m

Lebar : 9,50 m

Tinggi : 4,0 m

Tinggi sarat : 3,2 m

Waste handling capacity : 250 m³/hr

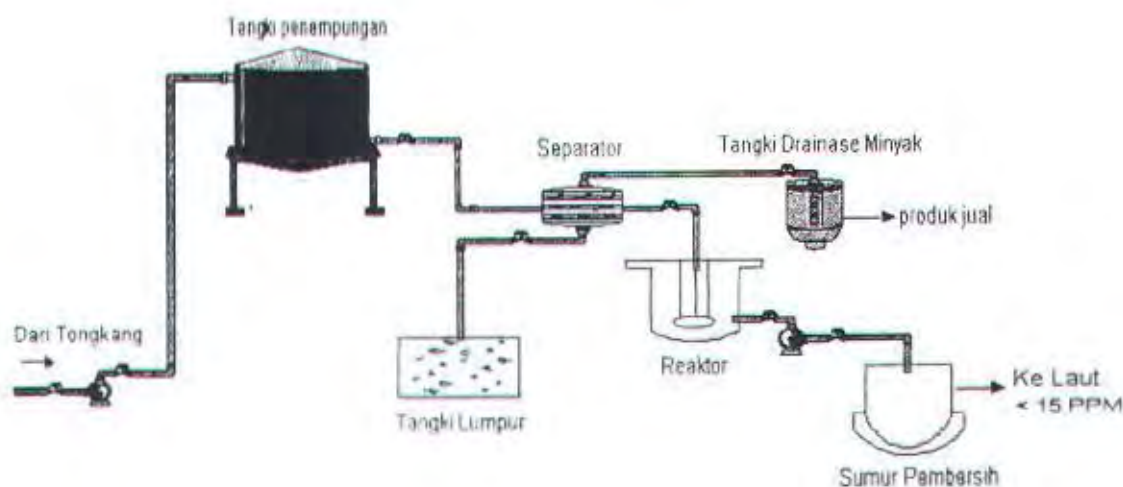
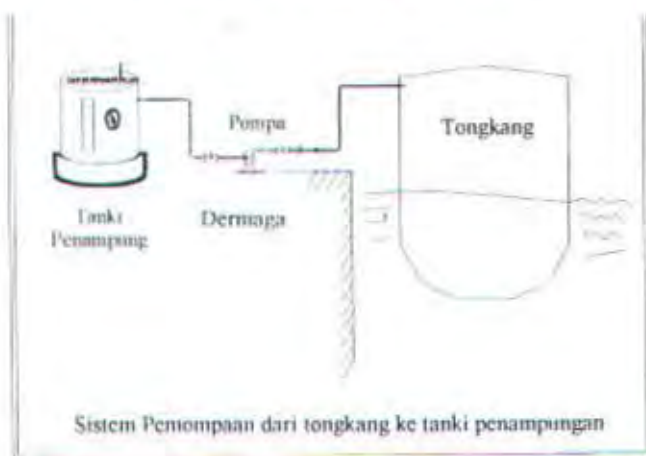
Engine Power : 1 x 145 kw

Direncanakan pada tongkang juga dilengkapi dengan perlengkapan anti polusi minyak yang dipasang di tongkang. Sebagaimana pada bab sebelumnya tentang jenis-jenis sistem anti polusi minyak yang secara luas digunakan di berbagai belahan dunia, maka untuk perencanaan ini menggunakan spray boom. Spray boom ini fungsinya sama seperti sistem pelampung konvensional yang direntangkan pada bagian kiri dan kanan tongkang. Spray boom dilengkapi dengan nozzle yang akan digerakan secara mekanis. berat jenis sehingga minyak bisa disedot untuk ditampung ke tongkang. Selesai bekerja spray boom dikembalikan ke tempatnya di deck tongkang.

Saat limbah minyak dipompa ke tongkang, spray boom direntangkan untuk menampung tumpahan sekitar daerah tumpahan minyak. Minyak dan air terpisah karena berat jenisnya yang berbeda. Setelah bekerja spray boom dikembalikan ke deck tongkang.



III.3.2. Perencanaan Prototype Penampungan dan Pengolahan

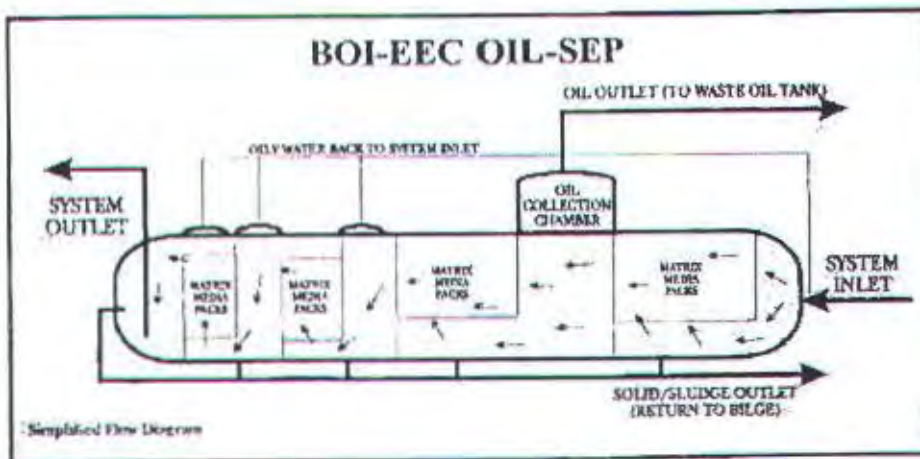


Gambar III.5. Prototype sistem penampungan dan pengolahan limbah minyak

Deskripsi Proses :

Proses pengolahan yang dipakai adalah yang dikemukakan oleh American Petroleum Institute (API) yaitu KTI (Kinetik Teknologi International) Process. Proses pengolahan limbah minyak ini diawali dari penampungan minyak bekas yang dipompa dari tongkang ke tangki penampungan. Limbah minyak ditampung pada tangki penampungan selama 12 jam untuk mengendapkan lumpurnya. Dari tangki penampungan minyak bekas ini kemudian diolah di separator. Proses yang terjadi di

penampungan minyak bekas ini kemudian diolah di separator. Proses yang terjadi di separator dioperasikan melalui automatic self-priming pump. Pompa diletakan di luar separator untuk mencegah pembentukan emulsi mekanik. Saat *oily bilge water* memasuki separator, langsung menuju ke puncak tanki. Sejumlah minyak dipisahkan dengan prinsip gravitasi dan kecepatan reduksi. Melalui *oil collection chamber* minyak kemudian keluar dan akan ditampung pada tanki penampungan minyak, sedangkan air turun kedalam *flow path* menuju pompa penghisap. Saat air berada pada *flow path* dan naik pada *pump suction* minyak akan berputar memisahkan kotoran-kotoran yang mengandung serat (*fiber*). Setelah pisahan minyak dikumulasikan , sensor minyak akan bekerja dan akan menutup pompa.



Gambar III.6. Separator pengolahan limbah minyak

Selanjutnya air yang keluar dari separator akan ditampung pada reaktor. *Waste water oil* yang teal mendapat perlakuan awal di separator ini akan ditampung di reaktor dengan terlebih dahulu diinjeksikan flokulan (NaOH) dengan tekanan 2 bar, dimana fungsi injeksi ini adalah untuk menetralkan kadar garam – garam yang koroif dan mengatur pH di bottom reaktor. Proses di reaktor ini juga disebut De-watering sebagai tujuan utama, yaitu untuk mengurangi kandungan minyak bekas di dalam air. Untuk beberapa spesifikasi, ditetapkan kandungan minyak tidak boleh lebih dari 10 % fraksi

berat air atau menurut regulasi yang dikeluarkan IMO kadar kandungan minyak harus kurang dari 15 ppm. Sehingga air yang kandungannya masih lebih dari 15 ppm, direaksi dengan diberikan zat-zat kimia dalam hal ini zat yang dipakai adalah NaOH. NaOH ini dipilih karena merupakan zat yang hidrokopis, berfungsi untuk menaikkan pH dari kandungan air. Reaksi NaOH dan air dimaksudkan untuk menurunkan kandungan air buangan kurang dari 15 ppm. Dari reaktor air bisa ditampung disumur pembersih atau dibuang langsung ke laut dengan bantuan pompa.

Dalam perencanaan ini, digunakan metode perhitungan dimensi tanki-tanki penampung berdasarkan aturan yang dikeluarkan oleh American Society Mechanical Engineering (ASME), dimana teori perhitungannya telah dibahas pada bab sebelumnya dan analisa hasil perhitungannya seperti tertuang pada bab sesudahnya. Sedangkan pemilihan jenis proses pengolahan yang digunakan berdasarkan yang diterapkan oleh American Petroleum Institute (API).

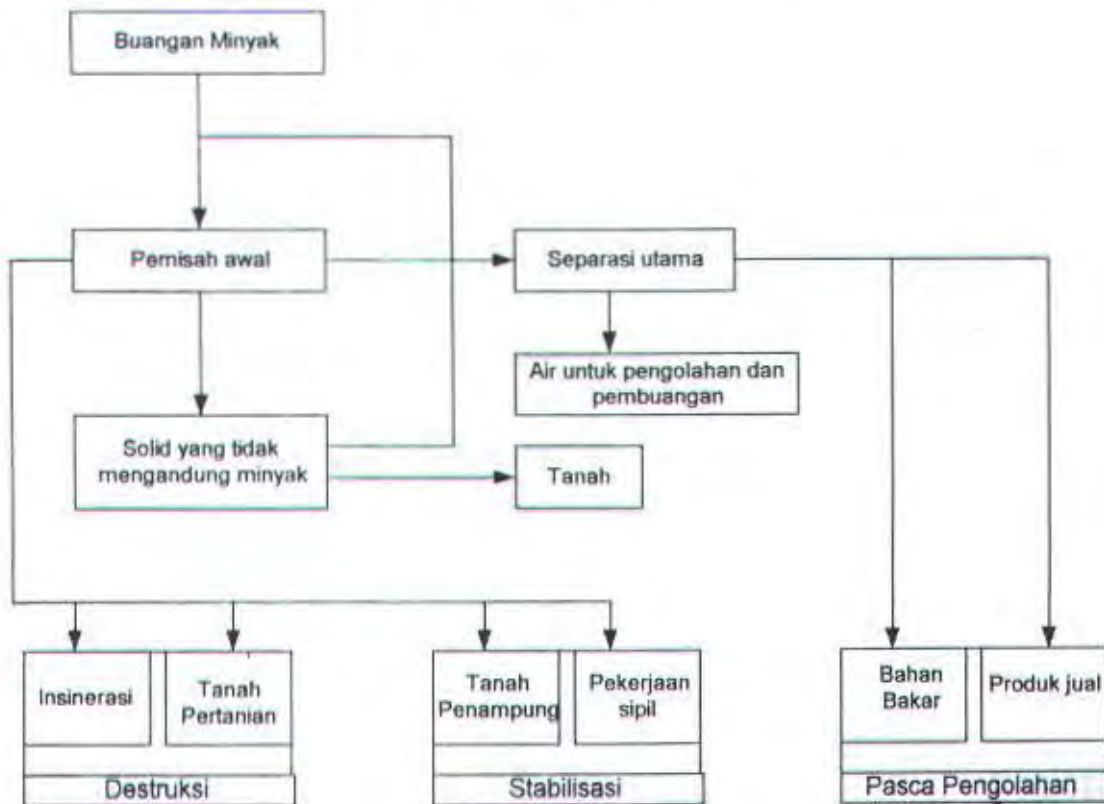
Separator yang digunakan untuk pemilihan ini adalah separator type M1000 yang diproduksi oleh BOI Malaysia. Hal ini dikarenakan atas pertimbangan :

Pemilihan separator untuk pengolahan ini dikarenakan hal – hal sebagai berikut :

1. Kapasitas buangan limbah yang dihasilkan di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya sebesar $985,56 \text{ m}^3 / \text{hari}$, sehingga untuk kapasitas pengolahannya bisa dioperasikan.
2. Lokasi penempatan fasilitas penampungan dan pengolahan berada di Tanjung perak Surabaya, sehingga biaya pengiriman menjadi murah.
3. Seluruh operasinya otomatis, sehingga hanya membutuhkan 3-4 orang operator lapangan.
4. Mudah mengoperasikan
5. Seluruh operasi otomatis
6. Kompak dan mudah untuk menginstal

7. *Self-cleaning positing* tidak perlu diganti.

11.3.3. Alternatif Disposal Untuk Buangan Minyak



Gambar III.7. Alternatif disposal untuk buangan minyak

Alternatif penggunaan disposal untuk buangan minyak adalah Destruksi, stabilisasi dan pasca pengolahan. Produk yang dihasilkan dari sistem pengolahan berupa solid dan liquid. Disposal yang dihasilkan dari Limbah minyak sebesar 985,56 m³/hari adalah jumlah yang sangat besar sehingga produk yang dihasilkan bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan yang lain seperti penampungan untuk tanah pertanian, penampungan untuk pekerjaan sipil dan hasil olahan minyak yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk pembakaran batu kapur dan batu bara.

Dalam pengolahan limbah minyak akan menghasilkan produk disposal berupa liquid dan solid. Pada proses pengolahan oleh American Institute Petroleum (API)

dikemukakan bahwa hasil dari proses pada separator akan mengandung additive, asphalt, oksidasi / produk polimer, logam dan impurities lainnya dan disebutkan bahwa residu ini adalah sesuatu yang bisa di jual.

Dari tiga alternatif disposal yang direncanakan untuk buangan minyak dipilih type stabilisasi dan pasca pengolahan, mengingat kandungan additive dari buangan solid yang cukup besar sehingga tidak bisa digunakan untuk destruksi tanah pertanian.

BAB IV

ANALISA PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN INSTALASI SISTEM

BAB IV

ANALISA PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN INSTALASI SISTEM

IV.1. Kebutuhan Fasilitas Penampung.

Kebutuhan fasilitas yang harus disediakan sangat dipengaruhi oleh jumlah konsumen yang akan dilayani. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Pelabuhan Indonesia III di Tanjung Perak Surabaya, jumlah kapal yang menghasilkan limbah minyak cukup besar, sehingga diperlukan suatu instalasi yang mampu melayani beberapa kapal secara bersama-sama.

Mengingat jumlah kapal yang menghasilkan limbah minyak cukup besar, maka instalasi sistem penampungan dan pengolahan limbah direncanakan mampu memenuhi kebutuhan pelayanan. Sesuai dengan data penelitian yang dilakukan oleh Ir. R.O. Saut Gurning, M.Sc, diperoleh kuantitas limbah minyak kapal yang dihasilkan kapal yang masuk ke Pelabuhan Tanjung Perak sebesar $359.365 \text{ m}^3/\text{tahun}$ atau $984,56 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dari data total kuantitas buangan yang dihasilkan itu maka perhitungan kapasitas dan dimensi tangki penampungan adalah sebagai berikut :

1. Volume limbah total yang akan ditampung.

$$\begin{aligned}
 P_{st} &= 985,56 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari}/24 \times 3 \text{ jam} \\
 &= 123,07 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan asumsi bahwa :

- waktu tinggal limbah dalam tangki adalah 3 jam
- tekanan udara luar = 1 atm = 14,7 psia = 14,7 psig
- suhu = suhu kamar = 30°C = 300 K
- Volume ruang kosong = 25 %
- P hidrostatik diabaikan sehingga P desain = P operasi
- Tutup atas berbentuk standart dish head
- Tutup bawah berbentuk konikal dengan $\alpha = 120^\circ$

(Asumsi berdasarkan refferensi dari **Process Equipment Design, Vessel Design**, Lloyd E. Brownell, Edwin H. Young)

2. Mencari volume total tangki

Direncanakan menggunakan 2 tangki penampungan, sehingga :

$$V_1 = 123,07 / 2 = 61,535 \text{ m}^3$$

$$V_{rk} = 25 \% V_1 = 15,384 \text{ m}^3$$

Sehingga :

$$V_T = V_1 + V_{rk} = 61,535 + 15,384 = 76,919 \text{ m}^3$$

3. Mencari diameter tangki.

$$L_s = 1,5 d$$

$$V_1 = V_{konis} + V_{ls}$$

$$61,535 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} V_s$$

$$61,535 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} d^2 L_s$$

$$61,535 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} d^2 1,5 d$$

$$61,535 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} 1,5 d^3$$

$$61,535 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\operatorname{tg} 60} \frac{4,5}{4} \pi d^3$$

$$= 0,0756 d^3 + 0,8836 d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{61,535}{0,9592}} = 4,003 \text{ m.}$$

4. Mencari tinggi silinder

$$L_s = 1,5 d$$

$$= 1,5 \times 4,003$$

$$= 6,0045 \text{ m}$$

5. Perancangan tinggi tutup atas

Standart disched head

$$h_a = 0,169 d$$

$$= 0,169 \times 6,0045$$

$$= 0,6765 \text{ m}$$

6. Perancangan tinggi tutup bawah
Bentuk konikal dengan $\alpha = 120^\circ$

$$h_b = \frac{1/2 d}{\operatorname{tg} 1/2 \alpha}$$

$$h_b = \frac{1/2 \times 4,003}{\operatorname{tg} 60}$$

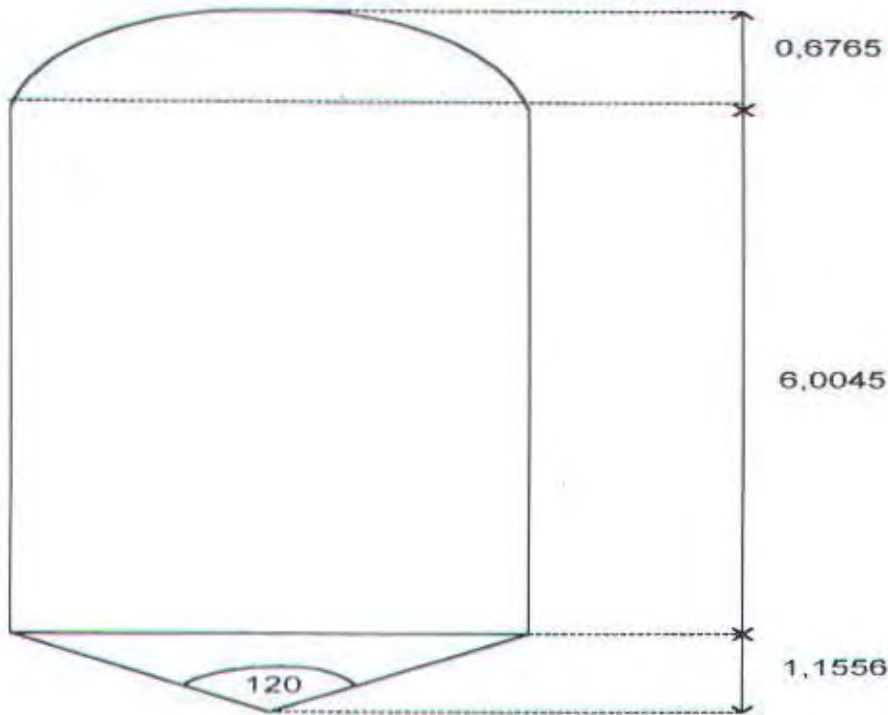
$$= 1,1556 \text{ m}$$

Sehingga diperoleh tinggi tangki total adalah :

$$T_1 = L_s + h_a + h_b$$

$$= 6,0045 + 0,6765 + 1,1556$$

$$= 7,8336 \text{ m}$$



IV.2. Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa yang diperlukan untuk melayani buangan limbah, ditentukan oleh kapasitas maksimum tongkang ditambah dengan faktor kebocoran yang mungkin terjadi pada instalasi. Kapasitas tongkang yang diperlukan untuk menampung buangan limbah adalah sebagai berikut :

$$K_t = K_a \times t$$

Dimana :

K_t = kapasitas tongkang maksimum (ton)

K_a = kuantitas limbah kapal (m^3/jam)

$$= 41,02 (\text{m}^3/\text{jam})$$

t = waktu operasi (jam) = 18 jam

Maka :

$$K_t = 41,02 \text{ m}^3/\text{jam} \times 18 \text{ jam}$$

$$K_t = 738,38 \text{ m}^3$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka jumlah tongkang yang dibutuhkan untuk melayani limbah kapal adalah 4 buah tongkang dengan kapasitas tiap tongkang sebesar 250 m^3 .

Dengan merencanakan waktu penyaluran limbah dari tongkang ke tangki penampungan di darat adalah 3 jam, sehingga kapasitas limbah yang disalurkan ke pelabuhan adalah sebesar :

$$Q_{lm} = \frac{Q_t}{t}$$

Dimana :

Q_{lm} = kapasitas limbah minyak (m^3/jam)

Q_t = kapasitas tongkang maksimum (m^3)

t = waktu pengisian (jam)

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{lm} &= \frac{738,36 \text{ m}^3}{3 \text{ jam}} \\ &= 246,12 \text{ m}^3 / \text{jam} \end{aligned}$$

Kapasitas pompa yang direncanakan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{Q_{lm} \times k}{t}$$

Dimana :

Q_p = kapasitas pompa yang direncanakan (m^3/s)

Q_{lm} = kapasitas limbah minyak dari tongkang (m^3)

K = koefisien kehilangan fluida (menurut buku pompa dan kompressor, Soelarso, hal 20) , $k = 1,1$.

$$t = \text{jumlah pompa utama} \\ = 2 \text{ unit}$$

Maka :

$$Q_p = \frac{246,12}{2} \times 1,1 \\ = 135,366 \text{ m}^3 / \text{jam} \\ = 0,0376 \text{ m}^3 / \text{s}$$

IV.3. Diameter Pipa

Pipa yang direncanakan adalah jenis pipa yang tersedia dan mudah didapatkan di pasaran. Dalam hal ini dipilih pipa PVC (Poly Vinyl Chloride) jenis P.E. 50 produksi P.T. Maspion. Dipilihnya pipa jenis ini karena memiliki beberapa keuntungan diantaranya :

1. Mempunyai permukaan yang cukup baik/ licin dengan koefisien Hazen Williams $C = 150$
2. Pipa ini sangat ideal untuk industri pertambangan dan saluran pembuangan.
3. Tahan karat dan tahan terhadap zat kimia seperti garam, asam dan basa.
4. Kualitasnya telah diakui secara internasional.
5. Pemasangannya mudah dengan daya salur yang tinggi selama 50 tahun.

Besarnya diameter pipa dapat dihitung dengan persamaan kontinuitas, yaitu :

$$Q = A \times V$$

Dimana :

A = Luas penampang

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2$$

V = Kecepatan aliran dalam pipa

IV.3.2. Diameter Pipa Tekan

Diameter Pipa Tekan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$D_t = \sqrt{\frac{4 \times Q_p}{\pi \times V_t}}$$

Dimana :

Q_p = Kapasitas pompa = $0,0376 \text{ m}^3/\text{s}$

V_t = Kecepatan aliran dalam pipa tekan (dalam tabel lampiran, besarnya aliran dalam pipa keluar pompa $2,4 - 3,6 \text{ m/s}$). Diambil $V_t = 2,5 \text{ m/s}$.

Maka :

$$D_t = \sqrt{\frac{4 \times 0,0376}{3,14 \times 2,5}}$$

$$= 0,138 \text{ m} = 138 \text{ mm.}$$

Berdasarkan standar PE 50 produksi PT. Maspion pada lampiran, maka dipilih diameter yang mendekati yaitu 160 mm.

IV.4. Perhitungan Head Sistem

Head yang dibutuhkan sistem dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$H = H_a + H_p + H_v + H_l$$

Dimana :

H_a = Head ketinggian

= Perbedaan ketinggian antara pipa isap dan pipa tekan

H_p = Head tekanan

= Kecepatan tekanan antara pipa tekan dan pipa isap

H_v = Head Kecepatan

= Perbedaan kecepatan aliran antara pipa tekan dan pipa isap

H_l = Head karena kerugian sepanjang pipa

$$H_I = h_{bt} + h_{vt} + h_o + h_f$$

Dimana :

h_{bt} = Kerugian belokan pada pipa tekan

h_{vt} = Kerugian katup-katup pada pipa tekan

h_o = Kerugian bentuk ujung keluar pipa

h_f = Kerugian karena panjang pipa

IV.4.1. Head statis atau head ketinggian

Head statis adalah perbedaan ketinggian antara pipa isap dan pipa tekan

$$H_a = h_d - h_s$$

$$H_a = 11,03 - 1$$

$$H_a = 10,03 \text{ m}$$

IV.4.2. Head perbedaan tekanan

$$\Delta H_p = \text{Perbedaan tekanan antara pipa isap dan pipa tekan} = 0 \text{ m.}$$

Dengan asumsi bahwa tekanan permukaan pada tangki penampung dan tekanan permukaan pada tangki di tongkang sama.

IV. 4.3. Head perbedaan kecepatan

$$\Delta H_v = \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g}$$

Kecepatan aliran pada isap :

$$V_s = \frac{4 \times Q}{\pi \times d_s^2} \quad m^3 / s$$

Dimana :

Q = Kapasitas pompa

d_s = Diameter pipa isap yang dipilih 0,18 m

Sehingga :

$$V_s = \frac{4 \times 0,0376}{3,14 \times 0,18} \quad m^3 / s$$

$$= 0,266 \, m^3/s$$

Kecepatan aliran pada pipa tekan

$$V_s = \frac{4 \times Q}{\pi \times dd} \quad m^3 / s$$

Dimana :

Dd = diameter pipa tekan yang dipilih = 0,16 m

Sehingga :

$$V_s = \frac{4 \times 0,0376}{3,14 \times 0,16} \quad m^3 / s$$

$$= 0,299 \, m^3/s.$$

Maka Head perbedaan kecepatan adalah :

$$\Delta H_v = \frac{0,299^2 - 0,266^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,0095 \, m/s.$$

IV.4.4. Head kerugian sepanjang pipa

IV.4.4.1. Head kerugian pada pipa isap

1. Kerugian head karena panjang pipa

Perhitungan head karena panjang pip adapat dihitung dengan menggunakan rumus

Hazen William sebagai berikut :

$$h_f = \frac{10,668 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D_s^{4,85}} \times L_s$$

Dimana :

Hf = Kerugian head (m)

Q = Kapasitas aliran (m^3 / s)

C = Koefisien Hazen Williams (Lampiran II, $C = 150$ untuk pipa PE 50)

L_s = Panjang pipa isap = 8,5 m

D_s = Diameter Suction

Maka :

$$h_f = \frac{10,668 \times (0,0376)^{1,85}}{150^{1,85} \times 0,18^{4,85}} \times 8,5$$

$$= 0,0808 \text{ m}$$

2. Kerugian head karena belokan

Perhitungan head kerugian karena belokan yang ada dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$h_b = k_b \times \frac{V_s^2}{2g}$$

Dimana :

K_b = koefisien kerugian belokan

g = percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/s}^2$

V_s = kecepatan aliran pada pipa isap = $1,197 \text{ m/s}$

Sehingga :

$$h_b = 1,265 \times \frac{1,197^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,092$$

3. Kerugian head karena katup

Perhitungan head karena adanya katup dapat dihitung sebagai berikut :

$$h_v = k_v \times \frac{V_s^2}{2g}$$

Dimana :

K_v = Koefisien kerugian katup. Untuk katup gate valve, $K_v = 0,19$ (tabel pada lampiran)

V_s = kecepatan aliran pada pipa isap

$$= 0,266 \text{ m/s}$$

Pada jalur pipa isap untuk setiap pompa terdapat satu katup sehingga :

$$h_v = 0,19 \times \frac{0,266^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,000685 \text{ m}$$

1. Kerugian head karena ujung masuk

Perhitungan head karena ujung masuk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$h_c = k_c \times \frac{V_s^2}{2g}$$

Dimana :

K_c = koefisien katup isap dengan saringan = 1,9

V_s = Kecepatan aliran pada pipa isap = 0,266 m/s

Pada jalur pipa isap untuk setiap pompa terdapat satu katup isap sehingga :

$$h_c = 1,9 \times \frac{0,266^2}{2 \times 9,81}$$

$$h_c = 0,0685 \text{ m}$$

Jadi total head kerugian pada pipa isap adalah :

$$h_s = h_f + h_b + h_v + h_c$$

$$= 0,0808 + 0,092 + 0,068 + 0,068$$

$$= 0,3088 \text{ m}$$

IV.4.4.2. Head kerugian pada pipa tekan

1. Kerugian karena belokan-belokan

Head kerugian karena belokan-belokan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$h_{bt} = k_b \times \frac{Vd^2}{2g}$$

Dimana :

k_b = Koefisien belokan yang ada pada pipa tekan

Pada pipa tekan terdapat :

$$2 \text{ belokan } 90^\circ \quad k = 2 \times 0,9 = 1,8$$

$$1 \text{ belokan } 45^\circ \quad k = 1 \times 0,42 = 0,42$$

$$\text{Sambungan T} \quad k = 1 \times 1,25 = 1,25$$

$$3,47$$

Sehingga :

$$h_{bt} = 3,47 \times \frac{0,299^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,0158 \text{ m}$$

2. Kerugian karena katup

Head kerugian karena katup dapat dihitung dengan rumus :

$$h_v = k_v \times \frac{Vd^2}{2g}$$

Dimana :

K_v = koefisien kerugian katup

Katup yang terdapat pada pipa tekan adalah :

$$1 \text{ Butterfly valve} \quad 1 \times 0,25 = 0,25$$

1 Non Return valve

$$\begin{aligned} 1 \times 2,2 &= 2,2 \\ \hline &= 2,45 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} h_v &= 2,45 \times \frac{0,299^2}{2 \times 9,81} \\ &= 0,0111 \end{aligned}$$

3. Kerugian karena panjang pipa

Perhitungan head kerugian karena panjang pipa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$h_f = \frac{10,668 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times Dd^{4,85}} \times L_s$$

Dimana :

H_f = Kerugian head (m)

Q = Kapasitas aliran (m^3 / s)

C = Koefisien Hazen Williams (Lampiran II, $C = 150$ untuk pipa PE 50)

L_s = Panjang pipa isap = 12 m

D_s = Diameter Suction

Maka :

$$\begin{aligned} h_f &= \frac{10,668 \times (0,0376)^{1,85}}{150^{1,85} \times 0,16^{4,85}} \times 12 \\ &= 0,202 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka total head kerugian pada pipa tekan adalah :

$$\begin{aligned} H_d &= h_{bt} + h_v + h_f \\ &= 0,0158 + 0,0111 + 0,202 \\ &= 0,2289 \text{ m} \end{aligned}$$

Head loses sepanjang pipa (Hl) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Hl &= h_d + h_s \\ &= 0,229 + 0,3088 \\ &= 0,5378 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi diperoleh head total adalah :

$$\begin{aligned} H &= H_a + \Delta H_p + \Delta H_v + Hl \\ &= 6,8366 + 0 + 0,0095 + 0,5378 \\ &= 7,3839 \end{aligned}$$

IV.5. Pemilihan Pompa

Pemilihan pompa untuk instalasi, perlu diperhatikan beberapa faktor utama agar diperoleh efisiensi yang terbaik. Faktor-faktor yang harus dipenuhi dalam memilih suatu pompa adalah kapasitas dan head yang dibutuhkan.

Dengan melihat pada hasil perhitungan head dan kapasitas, maka dipilih pompa dengan spesifikasi sebagai berikut :

Jenis Pompa	: Screw Pump
Merek	: Iron Pump
Type	: Q5 / 300
Rpm	: 1500 rpm
Freq	: 50 Hz
Daya	: 64 Kw
Kapasitas	: 80 – 150 m ³ /h

IV.5. Head Isap Positif Netto (NPSH)

Head isap positif netto (NPSH) didefinisikan sebagai kurangnya keamanan pompa terhadap kavitasi. Kavitasi akan terjadi bila tekanan statis suatu aliran zat cair turun sampai dibawah tekanan uap jenuhnya, sehingga untuk mengatasinya

harus diusahakan agar tidak ada satu bagianpun dari aliran didalam pompa yang mempunyai tekanan statis lebih rendah daripada tekanan uap jenuh cairan pada temperatur yang bersangkutan.

IV.5.1. NPSH Yang Tersedia

NPSH yang tersedia adalah head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair ditempat tersebut. Besarnya NPSH yang ter sedia dapat ditulis sebagai berikut :

Dimana :

$$h_{sv} = \text{NPSH yang tersedia (m)}$$

$$\begin{aligned} P_a &= \text{tekanan atmosfer} = 1,0332 \text{ kgf/cm}^2 \\ &= 10332 \text{ kgf/m}^2 \end{aligned}$$

$$h_s = \text{head isap statis (m)} = 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} P_v &= \text{tekanan uap jenuh pada suhu } 30^\circ = 0,04325 \text{ kgf/cm}^2 \\ &= 432,5 \text{ kgf/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \text{berat minyak persatuan volume volume} \\ &= 995,7 \text{ kgf/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{ls} &= \text{kerugian head dibagian isap} \\ &= 0,3088 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka :

$$= 8,633 \text{ m}$$

IV.5.2. NPSH Yang Diperlukan

Tekanan terendah didalam suatu pompa biasanya terdapat disuatu titik sisi masuk sudu impeler. Ditempat tersebut, tekanan adalah lebih rendah daripada tekanan pada lubang isap pompa, hal ini disebabkan oleh kerugian head di nozel

isap, kenaikan kecepatan aliran karena luas penampang yang menyempit, dan kenaikan kecepatan aliran karena tebal sudu setempat.

Agar tidak terjadi penguapan zat cair, maka tekanan pada lubang masuk pompa dikurangi penurunan penguapan zat cair harus lebih tinggi daripada uap zat cair. Head tekanan yang besarnya sama dengan penurunan tekanan ini disebut NPSH yang diperlukan. Besarnya NPSH yang diperlukan dapat dihitung sebagai berikut :

$$H_{svN} = \alpha \times H_N$$

Dimana :

$$H_{svN} = \text{NPSH yang diperlukan (m)}$$

$$H_N = \text{head total pompa (m)}$$

$$= 7,3839 \text{ m}$$

$$\alpha = \text{koefisien kavitasi (lampiran)}$$

$$= 0,2$$

Sehingga :

$$H_{svN} = 0,2 \times 7,3839$$

$$= 1,4767 \text{ m}$$

Agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, maka :

NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan

$$8,633 > 1,3839$$

Dengan demikian pompa distribusi aman dari gangguan kavitasi.

IV.2. Perhitungan Neraca Massa Masing-Masing Proses

Basic perhitungan untuk buangan limbah yang dihasilkan adalah 359.365 m³/tahun. Dimana satu tahun operasi selama 356 hari (8760 jam operasi / tahun), akan didapatkan produk sebesar 41.000 kg/jam. Pada proses operasi diasumsikan

menghasilkan yield 85 % dari limbah yang masuk. Basis waktu perhitungan dihitung tiap 1 jam operasi. Untuk mengolah limbah dari tangki penampungan direncanakan menggunakan proses-proses utama (gambar pada Bab III), antara lain :

1. Separator

Untuk mengolah limbah minyak direncanakan menggunakan 4 buah separator, sehingga banyaknya limbah minyak yang akan diolah adalah :

$$\frac{41000}{4} = 10,250 \text{ kg/jam}$$

Kandungan buangan minyak mengandung campuran air dan minyak dengan komposisi :

$$\begin{aligned} \text{a. Lumpur minyak} &= \frac{100.093}{359.365} \times 100 \% \\ &= 27,853 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Buangan cairan minyak} &= \frac{16.008}{359.365} \times 100 \% \\ &= 4,45 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Air bilga berminyak} &= \frac{240.262}{359.365} \times 100 \% \\ &= 66,857 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Buangan solid berminyak} &= \frac{3.002}{359.365} \times 100 \% \\ &= 0,835 \% \end{aligned}$$

Pengambilan basis dalam kg/jam, berarti buangan minyak yang ditampung di separator sebesar 85 % adalah :

$$85 \% \times 10250 = 8712,5 \text{ kg/jam,}$$

Maka jumlah buangan minyak yang ditampung di separator adalah 8712,5 kg/jam atau 8,7125 m³/jam.

Dengan mengetahui jumlah buangan minyak yang ditampung di separator, maka dipilih separator dengan spesifikasi sebagai berikut :

Model	: M10000
Capacity	: 10 m ³ /hour
Capacity	: 2640 gph
Length	: 1828 mm
Width	: 1270 mm
Height	: 1956 mm
Weight	: 731 kg

Proses yang terjadi di separator dihitung berdasarkan komposisi kandungan limbah yang masuk ke separator sebagai berikut :

a. Banyaknya lumpur yang dipisahkan adalah :

$$0,2785 \times 8712 = 2426,29 \text{ kg/jam}$$

b. Banyaknya cairan minyak yang dipisahkan adalah :

$$0,0445 \times 8712 = 387,684 \text{ kg/jam}$$

c. Banyaknya air bilga berminyak :

$$0,66857 \times 8712 = 5823,972 \text{ kg/jam}$$

d. Banyaknya solid yang dipisahkan adalah :

$$0,0085 \times 8712 = 72,74 \text{ kg/jam}$$

Produk yang dihasilkan oleh separator akan ditampung pada tankinya masing-masing sesuai dengan volume kandungannya.

2. Reaktor

Jumlah air yang keluar dari separator adalah 5823,972 kg/jam. Dari separator air ini akan ditampung di reaktor untuk diolah kembali sehingga kandungannya kurang dari 15 ppm. Untuk mengolah air buangan ini digunakan data-data sebagai berikut :

- Jumlah tanki penampung direncanakan 2 buah
- Waktu deteksi total 60 menit
- Konsentrasi Flokulasi optimum 15 ppm

Dari 'Unit operasi, Ir. Bowo Djoko Marsono hal 47 disebutkan bahwa untuk keberhasilan flokulasi maka sebaiknya dipenuhi harga $2 \times 10^4 < G_{tel} < 2 \times 10^5$

Dimana :

$$G_{tel} = G \times t \times 60$$

$$G = \text{Gradien kecepatan (dt}^{-1}\text{)}$$

$$G^{2,8} t = 44 \times 10^5 / C$$

$$C = \text{Konsentrasi flokulasi optimal}$$

$$T = \text{Waktu deteksi}$$

$$G^{2,8} = \frac{44 \times 10^5}{15 \times 60}$$

$$= 4888,88$$

$$= 21 \text{ dt}^{-1}$$

$$\text{Maka } G_{tel} = 21 \times 60 \times 60 = 75.600$$

Harga 75600 memenuhi, sehingga proses flokulasi berhasil hingga kandungannya kurang dari 15 ppm.

Dimensi Reaktor

Direncanakan menggunakan 2 tangki penampungan sehingga untuk tiap tangki ,
dihitung sebagai :

$$V_1 = 5,823 / 2 = 2,9115 \text{ m}^3$$

$$V_{tk} = 25 \% V_1 = 0,7278 \text{ m}^3$$

Sehingga :

$$V_T = V_1 + V_{tk} = 2,9115 + 0,7278 = 3,6394 \text{ m}^3$$

Mencari diameter tangki.

$$L_s = 1,5 d$$

$$V_1 = V_{konus} + V_{ls}$$

$$2,9115 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} V_s$$

$$2,9115 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} d^2 L_s$$

$$2,9115 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} d^2 1,5 d$$

$$2,9115 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} 1,5 d^3$$

$$2,9115 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg 60} \frac{4,5}{4} \pi d^3$$

$$= 0,0756 d^3 + 0,8836 d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2,9115}{0,9592}} = 1,427 \text{ m.}$$

Mencari tinggi tangki

$$\begin{aligned} L_s &= 1,5 \, d \\ &= 1,5 \times 1,427 \, \text{m} \\ &= 2,1418 \, \text{m} \end{aligned}$$

Perancangan tinggi tutup atas

Standart disched head

$$\begin{aligned} h_a &= 0,169 \, d \\ &= 0,169 \times 1,427 \\ &= 0,2413 \, \text{m} \end{aligned}$$

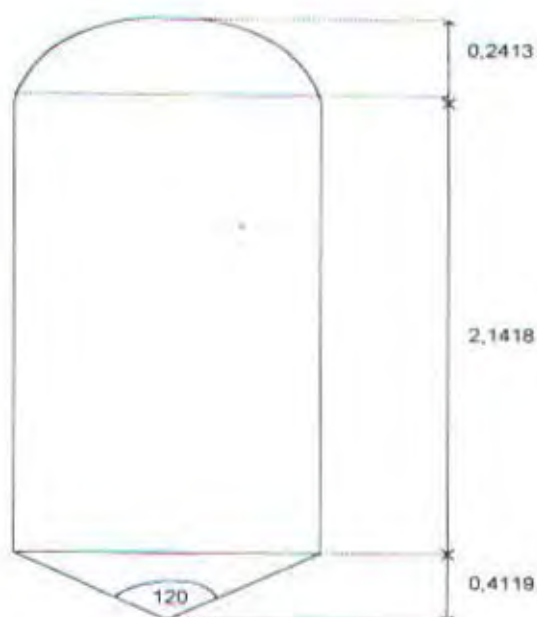
Perancangan tinggi tutup bawah

Bentuk konikal dengan $\alpha = 120^\circ$

$$\begin{aligned} hb &= \frac{1/2 \, d}{\text{tg } 1/2 \, \alpha} \\ hb &= \frac{1/2 \times 1,427}{\text{tg } 60} \\ &= 0,4119 \, \text{m} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh tinggi tangki total adalah :

$$\begin{aligned} T_t &= L_s + h_a + h_b \\ &= 2,1418 + 0,2413 + 0,4119 \\ &= 2,795 \, \text{m} \end{aligned}$$



Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa yang diperlukan untuk melayani air yang diproses di reaktor menuju ke sumur pemersih atau ke laut, ditentukan oleh banyaknya air yang keluar dari separator ditambah dengan banyaknya flokulan yang ditambakan serta faktor kebocoran yang mungkin terjadi pada instalasi. Air bekas treatment yang dihasilkan pada tiap separator adalah 5823,972 Kg/jam. Sehingga untuk 4 separator yang bekerja akan menghasilkan $4 \times 5823,972 \text{ kg/jam}$ sebesar 23295,888 kg/jam. Direncanakan air limbah ditampung di reaktor selama 12 jam sebelum dipompa ke sumur pembersih atau ke laut. Pompa bekerja selama 3 jam untuk memompa air limbah, sehingga kapasitas tongkang yang diperlukan untuk memompa limbah adalah :

$$K_r = K_a \times t$$

Dimana :

K_r = kapasitas reaktor maksimum (ton)

K_a = kuantitas air buangan (m^3/jam)

$$= 23,2956 (\text{m}^3/\text{jam})$$

$$t = \text{waktu operasi (jam)} = 12 \text{ jam}$$

Maka :

$$K_r = 23,2956 \text{ m}^3/\text{jam} \times 12 \text{ jam}$$

$$K_r = 279,547 \text{ m}^3$$

Dengan merencanakan waktu penyaluran air buangan dari reaktor ke sumur pembersih adalah 3 jam, sehingga kapasitas air buangan yang disalurkan ke pelabuhan adalah sebesar :

$$Q_{ab} = \frac{Q_r}{t}$$

Dimana :

$$Q_{ab} = \text{kapasitas air buangan (m}^3/\text{jam)}$$

$$Q_r = \text{kapasitas reaktor maksimum (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{waktu pengisian (jam)}$$

Sehingga :

$$= \frac{279,547}{3}$$

$$= 93,182 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas pompa yang direncanakan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{Q_{ab}}{t} \cdot k$$

Dimana :

$$Q_p = \text{kapasitas pompa yang direncanakan (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{ab} = \text{kapasitas air buangan dari reaktor (m}^3\text{)}$$

$$K = \text{koefisien kehilangan fluida (menurut buku pompa dan kompressor, Soelarso, hal 20) , } k = 1,1.$$

$$t = \text{jumlah pompa utama}$$

$$= 2 \text{ unit}$$

Maka :

$$= \frac{93,182}{2} \times 1,1$$

$$Q_p = 51,25 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

$$= 0,0142 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dipilih pompa dengan kapasitas 51,25 m³/jam, jenis sentrifugal.

Diameter Pipa

Dari persamaan kontinuitas, yaitu :

$$Q = A \times V$$

Dimana :

A = Luas penampang

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2$$

V = Kecepatan aliran dalam pipa

D = Diameter pipa

Sehingga dengan memasukan rumus dasar ke persamaan $A = \frac{\pi}{4} \times D^2$ ke dalam

rumus dasar akan diperoleh :

$$Q = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times V$$

$$D^2 = \frac{4 \times Q}{\pi \times V}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

Diameter Pipa Isap

Untuk menghitung diameter pipa isap digunakan persamaan :

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \times Q_p}{\pi \times V_s}}$$

Dimana :

D_s = diameter pipa isap (m)

Q_p = Kapasitas pompa = 0,0142 m³/s

V_s = Kecepatan aliran didalam pipa isap (besarnya aliran didalam pipa 1,2 – 2,1 m/s diambil V_s = 1,6 m/s). Diambil V_s = 1,4 m/s.

$$\text{Maka : } D_s = \frac{\quad}{3,14 \times 1,4}$$

$$= 0,109 \text{ m} \approx 110 \text{ mm}$$

Berdasarkan standar pipa PE 50 produksi PT. Maspion pada lampiran, maka dipilih diameter yang mendekati 110 mm.

Diameter Pipa Tekan

Diameter Pipa Tekan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$D_t = \sqrt{\frac{4 \times Q_p}{\pi \times V_t}}$$

Dimana :

Q_p = Kapasitas pompa = 0,0142 m³/s

V_t = Kecepatan aliran dalam pipa tekan (dalam tabel lampiran, besarnya aliran dalam pipa keluar pompa 2,4 – 3,6 m/s). Diambil V_t = 2,5 m/s.

Maka :

$$D_t = 0,085 \text{ m} = 85 \text{ mm.}$$

Berdasarkan standar PE 50 produksi PT. Maspion pada lampiran, maka dipilih diameter yang mendekati yaitu 90 mm.

3. Sumur Pembersih

Jumlah air yang keluar dari reaktor sebesar jumlah air yang masuk ditambah jumlah zat yang ditambahkan. Umumnya pemakaian zat kimia sebesar 1,9 % dari total volume limbah cair dengan komposisi sebesar :

Komposisi NaOH sebesar : 30 % berat

Komposisi air sebesar : 70 %

Sehingga zat yang dipakai sebesar

$$0,019 \times 5823,972 = 217 \text{ kg/jam}$$

Kandungan :

$$\text{NaOH sebesar } 0,3 \times 217 = 65,10 \text{ kg/jam}$$

$$\text{H}_2\text{O sebesar } 0,7 \times 217 = 151,90 \text{ kg/jam}$$

Neraca massa total sebesar :

$$F1 + F2 = P1$$

$$5823,972 + 217 = 6040,972 \text{ kg/jam}$$

Sehingga Total kapasitas air yang keluar dari reaktor dan masuk ke sumur pembersih sebanyak 6040,972 Kg/jam

Direncanakan air dari reaktor bisa langsung dibuang ke laut atau air ditampung dalam sumur pembersih. Dari Volume air yang keluar dari reaktor ke sumur maka dapat ditentukan dimensi tangki penampung sebesar :

$$V_t = 6,040 \text{ m}^3$$

$$V_{rk} = 25 \% V_1 = 1,51 \text{ m}^3$$

Sehingga :

$$V_T = V_1 + V_{rk} = 6,040 + 1,51 = 7,55 \text{ m}^3$$

Diameter tangki yang dibutuhkan sebesar :

$$L_s = 1,5 d$$

$$V_1 = V_{\text{konus}} + V_{\text{ls}}$$

$$6,040 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} V_r$$

$$6,040 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} d^2 L_s$$

$$6,040 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} d^2 1,5 d$$

$$6,040 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg \frac{1}{2} \alpha} \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} 1,5 d^3$$

$$6,040 = \frac{\pi}{24} \frac{d^3}{\lg 60} \frac{4,5}{4} \pi d^3$$

$$= 0,0756 d^3 + 0,8836 d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{6,040}{0,9592}} = 1,846 \text{ m.}$$

Tinggi sumur penampung sebesar :

$$L_s = 1,5 d$$

$$= 1,5 \times 1,846$$

$$= 2,769 \text{ m}$$

4. Tangki Penampungan Minyak

Jumlah minyak yang keluar dari separator sebesar 387,684 kg/jam atau sebesar 0,387 m³/jam. Sehingga dimensi tangki yang diperlukan untuk menampung minyak adalah :

$$V_1 = 0,387 \text{ m}^3$$

$$V_{rk} = 25 \% V_1 = 0,0967 \text{ m}^3$$

Sehingga :

$$V_1 = V_1 + V_{rk} = 0,387 + 0,0967 = 0,4837 \text{ m}^3$$

Mencari diameter tangki,

$$L_s = 1,5 d$$

$$\begin{aligned} V_1 &= V_{konus} + V_{ls} \\ &= 0,0756 d^3 + 0,8836 d^3 \end{aligned}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{0,387}{0,9592}} = 0,7389 \text{ m}$$

Mencari tinggi silinder

$$\begin{aligned} L_s &= 1,5 d \\ &= 1,5 \times 0,7389 \\ &= 1,108 \text{ m} \end{aligned}$$

Perancangan tinggi tutup atas

Standart disched head

$$\begin{aligned} h_n &= 0,169 d \\ &= 0,169 \times 0,7389 \\ &= 0,064 \text{ m} \end{aligned}$$

Perancangan tinggi tutup hawah

Bentuk konikal dengan $\alpha = 120^\circ$

$$hb = \frac{1/2 d}{\operatorname{tg} 1/2 \alpha}$$

$$hb = \frac{1/2 \times 0,3789}{\operatorname{tg} 60}$$

$$= 0,109 \text{ m}$$

Sehingga diperoleh tinggi tangki total adalah :

$$T_t = L_s + h_a + h_b$$

$$= 1,108 + 0,064 + 0,109$$

$$= 1,2813 \text{ m}$$

5. Bak Lumpur dan buangan solid lainnya.

Direncanakan lumpur dan buangan solid ditampung pada bak yang berbentuk persegi. Dimensi bak dapat dihitung dari persamaan yang diambil dari *'Unit*

Operasi Sedimentasi, Ir. Bowo Djoko Marsono, Meng', yaitu :

$$A = \frac{Q \times t_u}{H_0}$$

$$Hu = \frac{Co \times Ho}{Cu}$$

Dimana :

Co = Konsentrasi zat padat = 4000 mg/L

Ho = Kedalaman bidang interface initial = 60 cm

Cu = Konsentrasi underflow yang diinginkan = 12000 mg/L

Q = Kapasitas lumpur yang diendapkan = 59,976 m³/hari

t_u = Waktu pengendapan = 36,5 menit (grafik)

Kedalaman H_u adalah :

$$H_u = \frac{4000 \text{ mg/l} \times 60 \text{ cm}}{12000 \text{ mg/l}} = 20 \text{ cm}$$

Luas bak yang diperlukan untuk menampung limbah adalah :

$$\begin{aligned} A &= \frac{59,976 \text{ m}^3/\text{hari} \times 36,5 \text{ menit}}{0,6 \text{ m} \times 60 \times 24 \text{ menit/hari}} \\ &= 2,53 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

BAB V

KESIMPULAN

BAB V

PENUTUP

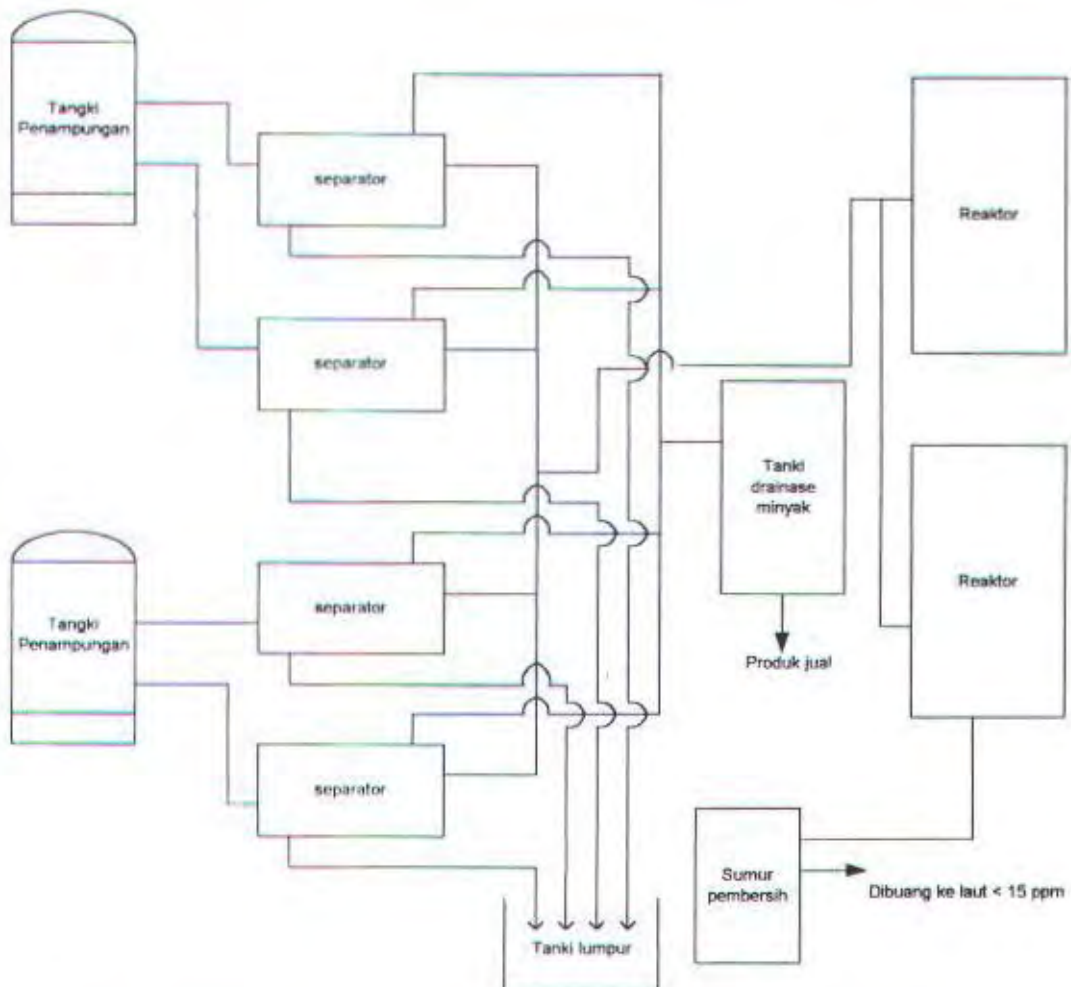
V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, dapatlah disimpulkan bahwa untuk merencanakan instalasi fasilitas penampungan dan pengolahan buangan limbah yang mengandung minyak di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dengan total kuantitas limbah minyak yang mengandung minyak sebesar $359.365 \text{ m}^3/\text{tahun}$ atau $984,56 \text{ m}^3/\text{hari}$, maka diperlukan :

1. Peralatan dengan Spesifikasi sebagai berikut :

No	PERALATAN	JMH	KAPASITAS	DIMENSI	TYPE
1	Tongkang	4	250 m^3	P = 22,50 m L = 9,50 m T = 4,00 m T = 3,20 m	
2	Tangki Penampung	2	$61,535 \text{ m}^3$	Ls = 6,0015 m d = 4,003 m ha = 0,6765 m hb = 1,1556 m	Slinder Tutup atas berbentuk standar dis head Tutup bawah berbentuk konikal dengan $\alpha = 120^\circ$
3	Pompa	2	$135 \text{ m}^3/\text{jam}$	Dmax = 345 mm Dmin = 240 mm Weight = 16 kg	Screw pump

4	Separator	4	$10 \text{ m}^3/\text{jam}$	$P = 1524 \text{ mm}$ $L = 1270 \text{ mm}$ $T = 1956 \text{ mm}$ $W = 781 \text{ kg}$	BOI – EEC M10000
5	Reaktor	2	$2,9115 \text{ m}^3$	$L_s = 6,0015 \text{ m}$ $d = 4,003 \text{ m}$ $h_a = 0,6765 \text{ m}$ $h_b = 1,1556 \text{ m}$	Slinder Tutup atas berbentuk standar dis head Tutup bawah berbentuk konikal dengan $\alpha = 120^\circ$
6	Tangki penampungan minyak bekas	1	$0,387 \text{ m}^3$	$L_s = 1,108 \text{ m}$ $d = 1,427 \text{ m}$ $h_a = 0,4119 \text{ m}$ $h_b = 2,795 \text{ m}$	Slinder Tutup atas berbentuk standar dis head Tutup bawah berbentuk konikal dengan $\alpha = 120^\circ$
7	Sumur pembersih	1	$6,040 \text{ m}^3$	$L_s = 2,769 \text{ m}$ $D = 1,846 \text{ m}$	Slinder Tutup bawah berbentuk konikal dengan $\alpha = 120^\circ$
8	Bak lumpur	1	$0,599 \text{ m}^3$	$A = 2,53 \text{ m}^2$	Bak persegi
9	Pompa	2	$51,25 \text{ m}^3$	$D_{\max} = 140 \text{ mm}$ $D_{\min} = 112 \text{ mm}$	Sentrifugal pump



2. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter suction adalah 180 mm dan discharge adalah 160 mm.
3. Tongkang dilengkapi dengan perlengkapan anti polusi minyak jenis spray boom.
4. Type Proses Pengolahan adalah Kinetics Technology International (KTI) yang dikeluarkan oleh American Petroleum Institute (API).

IV.2. Saran

Mengingat begitu banyaknya buangan limbah tiap tahun di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya serta pentingnya fasilitas penapungan yang harus ditempatkan di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya untuk menindak lanjuti regulasi IMO maka Pelabuhan Indonesia III (PELINDO) hendaknya membangun fasilitas penampungan dan pengolahan buangan limbah di Pelabuhan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Brownell and E. Edwin H. Young, "Process Equipment Design", Whilley Report, 1979
2. B. S. Anwir, Ing A. Nouwen " Pompa 2 " Bharata karya Aksara Jakarta, 1981.
3. Bowa Djoko Marsono, Meng, "Unit Operasi", Teknik Lingkungan ITS Surabaya
4. Christie. J. Genkopolis "Transport Process and Unit Operations, New Delhi.
5. Raswari, Perencanaan dan Penggambaran sistem perpipaan", Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1987.
6. Robert W. Fox, Alan T. Mc. Donald " Introduction to Fluid Mechanics" John Wiley dan Sons, Third Edition. 1985.
7. R.O. Saut Gurning, ST, MSc, " Perencanaan prototype Reception facility Penampungan dan pengolahan limbah kapal yang mengandung Minyak di Tanjung Perak Surabaya", 2001
8. Sularso dan Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1987.
9. [http : // www. Boitech.com](http://www.Boitech.com)
10. [http : // www. Imo.org](http://www.Imo.org)
11. [http : // www. Portland – port. Co. uk / Marpol.htm](http://www.Portland-port.Co.uk/Marpol.htm)
12. [http : // www. Pertamina.com](http://www.Pertamina.com)

LAMPIRAN



BOI-EEC OIL-SEP

OILY WATER SEPARATOR



BOI-EEC Oil Sep Model 2000 ready to be shipped

BOI-EEC OIL-SEP

UNIQUE CONCEPT SAVES MONEY

BOI-EEC has combined state of the art technology with decades of practical experience in the design and manufacture of industrial equipment. The result is the most effective, efficient oily water separator available. We have employed a unique concept called gravity assist separation that completely eliminates expensive filters and coalescers. This exclusive design incorporates self cleaning plates and stationary polishing pack that scrubs the oil out of the water.

BENEFITS OF THE BOI-EEC OIL-SEP

- World wide clients.
- No expensive, messy filters to change and store.
- Self-cleaning polishing pack never needs replacing.
- All automatic operation.
- Simple to operate.
- Compact and easy to install.
- Suction direct from bilge, no holding tank required.
- All separation accomplished in one stage.
- Reliable, rugged industrial-duty components.
- Lowest maintenance cost of any system.

PRINCIPLE OF OPERATION

Oily bilge water is drawn into the separator by the automatic self-priming pump. The pump is located on the outlet of the separator to prevent the formation of a mechanical emulsion. When the oily bilge water enters the separator, it is directed toward the top of the vessel. Some oil separates immediately due to the difference in specific gravity and the reduced velocity. As the oily water is directed downward in the flow path toward the pump suction, the oil impinges on the slowly rotating oleophobic separating fibers. The oil is forced to gravitate to the top of the separator. Any oil that escapes the separation fibers is removed by the permanent polishing pack. After the separated oil accumulates to a predetermined level, the oil sensor initiates the oil discharge and cleaning cycle by stopping the pump, closing the water discharge valve and opening the water inlet valve. This allows water to flow in the reverse direction, up through the polishing pack and the separating fibers to clean them and displace the accumulated oil.

BOI-EEC OIL-SEP SPECIFICATIONS

L	CAPACITY M3/H/GPM	LENGTH MM/IN	WIDTH MM/IN	HEIGHT MM/IN	WEIGHT KG/LBS	INTERFACE CONNECTIONS			
						OILY WATER IN MM/IN	OIL OUT MM/IN	SEA WATER IN MM/IN	W/ OI MO
	5 / 2.2	648 / 25.5	508 / 20	1156 / 45.5	94 / 207	25 / 1.0	25 / 1.0	13 / 0.5	13
	1 / 4.4	762 / 30.0	534 / 21	1258 / 49.5	134 / 295	25 / 1.0	25 / 1.0	13 / 0.5	13
	2 / 8.8	889 / 35.0	635 / 25	1524 / 60.0	209 / 460	38 / 1.5	25 / 1.0	13 / 0.5	25
	2.5 / 11.0	940 / 37.0	686 / 27	1600 / 63.0	257 / 565	38 / 1.5	25 / 1.0	13 / 0.5	25
	5 / 22.0	1220 / 48.0	940 / 37	1778 / 70.0	409 / 900	51 / 2.0	25 / 1.0	13 / 0.5	25
	10 / 44.0	1524 / 60.0	1270 / 50	1956 / 77.0	791 / 1740	51 / 2.0	38 / 1.5	25 / 1.0	38

The BOI-EEC OIL-SEP oil and water separator is a single-stage device designed to separate and remove insoluble oil, solids, and entrained air from oily water. The system processes oily water at its rated capacity, and is designed for continuous and intermittent operation without the need for chemicals or other additives. After the system has been started, it is capable of automatic operation.

BOI-EEC OIL-SEP (0.5 - 10m³/h) The system design incorporates a mechanical rotating coalescing fiber and stationary polishing pack to provide the most efficient and effective means for separating oil from water and eliminating the need to change or replace filters or filtering media. **BOI-EEC OIL-SEP (10 - 200 m³/h)** The fabricated vessel contains a series of matrix plate pack assemblies which are fitted in a vertical position to enhance solid removal. Each plate assembly is fabricated from corrugated, rigid, PVC sheets. Unlike conventional modular sheet media, no flat sheets are used in the fabrication of the plate packs. The result is greatly increased contact time between the oily water and the corrugated sheets, accelerating the coalescing process.

Larger models are available upon request. Check BOI-EEC's Web Site for additional information

on different systems and solutions for your specific needs.

BOI-EEC's Research and Development team is continuously updating our technology and specification

BOI-EEC -- your partner in providing today's solution for tomorrow's environment.



HOME

BOI TECHNOLOGY HOLDING SDN BHD (BOI-EEC)

(HOLD) GRADABLE OIL INTERCEPTORS & ENVIRONMENTAL ENGINEERING CONSULTANTS

Plot 25&26, Jalan Pong Tonggal 2, Kawasan Industri Ringan, Taman Kempas, 08000 Sungai Petani, Kedah, Malaysia

Phone : (+60)-4-4311862 & 4311289 & 8907270 Fax : (+60)-4-4311295 & 8907271 Emergency : (+60)-12-4822648

e-mail : bortech@boitech.com

Web Site: <http://www.boitech.com>



History & Product Development

System & Product Range

decades BOI-EEC has been servicing the world-wide commercial shipping fleet, and their need for waste water systems environmental equipment solutions. With great emphasis during the last few years, BOI-EEC has successfully adapted its waste water know how to the industrial and commercial market, like Hotels and Condominium Waste Water Management. Major concentration has also been awarded to waste oil treatment, remediation of oil spillages and oil accidents on- and shore, and cost effective end-disposal solutions. This introduction will give you an overview of the capacity and products BOI-EEC has to offer you.

See also updated information here!

SYSTEM: THE BOI-EEC OIL-SEP (OIL-WATER SEPARATOR)

COMMERCIAL SHIPPING AND INDUSTRIAL MARKETPLACES MEETING STRINGENT INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO) AND US COAST GUARD (USCG) TESTING REGULATIONS

Initially in 1982, BOI-EEC focused its environmental equipment production endeavours towards commercial shipping due to hazardous dumping of heavily polluted bilge water. World-wide, all shipping vessels (500 grt and larger) had to comply with strict IMO regulations of 15 ppm oil content in water as an effluent standard. Due to IMO regulations, USCG's testing and effluent standards for anti-pollution equipment, numerous commercial fleets, navies, oil companies, the US Coast Guard, Greenpeace and others turned to BOI-EEC technology using "BOI-EEC Oil-Sep," that was introduced in 1983.

BOI-EEC Oil-Sep is recognised for its operating simplicity, high quality, and solid performance. It is a compact single-stage, fully automatic, self-cleaning oil and water separator. In recent years, BOI-EEC Oil-Sep has been utilised industrially by a growing number of companies requiring the separation of oil and water.



BOI TECHNOLOGY HOLDING SDN BHD
Environmental Equipment Consulting & Production Inc.

OIL - SEP

Waste Water Treatment Total Solution System Manufacturer

FEATURES

Standard features of the OIL-SEP include:

- ⊗ No expensive, messy filters
- ⊗ Self-cleaning, polishing pack never needs replacing
- ⊗ All automatic operation
- ⊗ Compact and easy to install
- ⊗ Suction directly from bilge
- ⊗ No holding tank required
- ⊗ All separation accomplished in one stage



SYSTEM DESCRIPTION

The OIL-SEP oil and water separator is a single-stage device designed to separate and remove insoluble oil, solids, and entrained air from oily water. The system, which can process oily water at its rated capacity, is designed for continuous and intermittent operation without the need for chemicals or other additives. After the system has been started, it is capable of automatic operation.

OIL-SEP (0.5 - 10 m³/h) The system design incorporates a mechanical rotating coalescing fiber and stationary polishing pack to provide the most efficient and effective means for separat-

ing oil from water and eliminating the need to change or replace filters or filtering media.

OIL-SEP (10 - 200 m³/h) The fabricated vessel contains a series of matrix plate pack assemblies which are fitted in a vertical position to enhance solid removal. Each plate assembly is fabricated from corrugated, rigid PVC sheets. Unlike conventional modular sheet media, no flat sheets are used in the fabrication of the plate packs. The result is greatly increased contact time between the oily water and the corrugated sheet, accelerating the coalescing process.

BOI-EEC OIL-SEP SPECIFICATIONS

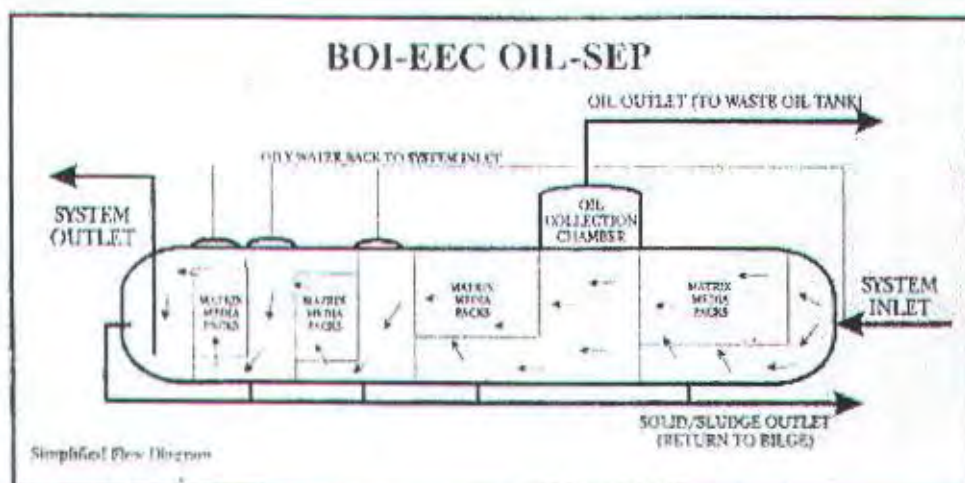
MODEL	M1000	M2000	M2500	M5000	M10000	M11000 - M 200000
CAPACITY	1 m ³ /hour	2 m ³ /hour	2.5 m ³ /hour	5 m ³ /hour	10 m ³ /hour	
CAPACITY	264 gph	528 gph	600 gph	1320 gph	2640 gph	
LENGTH	902mm	1168mm	1219mm	1422mm	1828mm	
WIDTH	521mm	762 mm	804 mm	1092 mm	1270 mm	
HEIGHT	1270 mm	1575 mm	1651 mm	1829 mm	1956 mm	
WEIGHT	119 kg	216 kg	288 kg	435 kg	731 kg	CUSTOM MADE

Controls: ON/OFF toggle switch, automatic operation ON/OFF toggle switch, Clean water inlet pressure regulator & flow control regulator and oil level sensor.

Separable Oil: Animal oil and fat, automotive gasoline and oil, ballast water, bilge water, bunker fuel, jet fuel, motor gasoline and oil, transformer oil, vegetable oil, etc.

Separation Efficiency: Less than 15 ppm oil. Down to 1 ppm free oil.

BOI-EEC can configure systems for handling any waste water with high BOD, COD, SS, OIL etc. to meet your effluent requirements.



BOI-EEC's Research and Development team is continuously updating our technology and specifications.



**WASTE WATER TREATMENT
OILY WASTE & OIL SPILL REMEDIATION
TOTAL SOLUTION PRODUCTS & EQUIPMENT MANUFACTURER**

BOI TECHNOLOGY HOLDING SDN BHD

Corporate Office: Masana M&E Plaza, Suite 9-04 & 05, No. 8, Lebuhraya, Penang 10200, Malaysia.
Tel: (604) 2329681 & 2329682, Fax: (604) 2329687, e-mail: botech@btech.com, Internet: <http://botech.com>

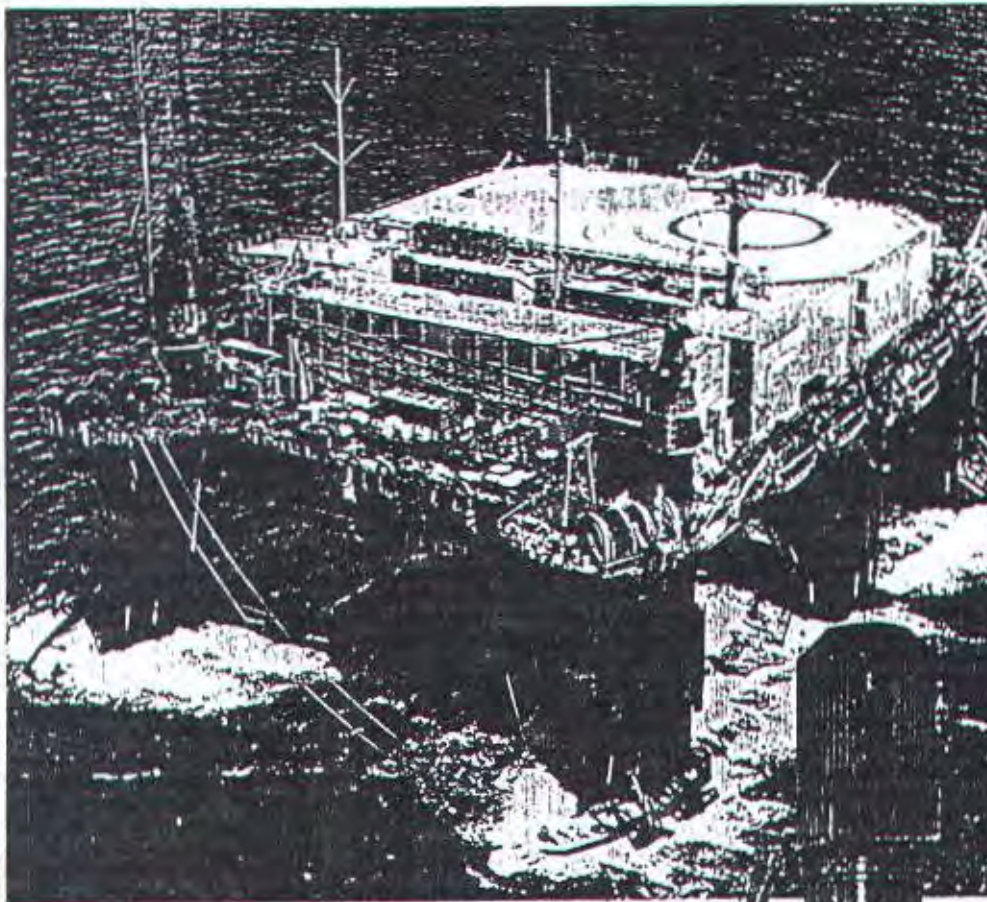
Masud

Oil pipelines

Offshore installations

The dangerous and highly technological environment in the petrochemical industry requires 100% reliable equipment which will keep on working under the most difficult climatic conditions and stressful circumstances. Robust design, good quality control techniques, and adequate technical documentation are very important parameters when the above mentioned requirements have to be met. The supplier also has to comply with the various standards, such as API, DNV, BSP, etc.

IRON has made supplies to the North Sea oil industry from the very start, and we still supply this sector with quality pumps.



Pump CHVS . . .

Vertical, submerged, single-stage centrifugal pump designed for the emptying of tanks - whether under pressure or not. The pumps can be delivered in many models depending on pressure, head, temperature and pump medium. Capacity range: 10 . . . 300 m³/h.



Pump CH . . .

Horizontal, multistage end-suction centrifugal pump with oil-lubricated bearings and common flexible coupling and base plate for pump and motor.

A very robust pump which at 3000/3600 r.p.m. produces a head of up to 200 m water column during continuous operation. Capacity range: 20 . . . 150 m³/h.

Pump CVLS . . .

Pump CS . . .

CVLS. Vertical, submerged, multistage centrifugal mixed-flow pump with oil-lubricated thrust bearing, medium lubricated intermediate shaft bearings, and dry mounting electric motor/angle gear with flexible coupling. CS. Same pump, but with underwater motor and the thrust bearing integrated in same. The pumps, originally designed to pick up water from drillings in the subsoil; are widely used in the offshore industry where the suction head gives similar problems.

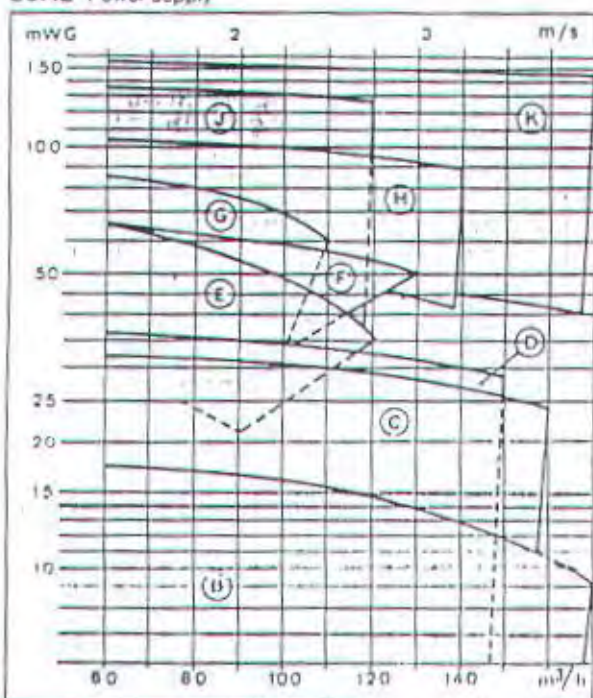
Capacity range: 10 . . . 1500 m³/h.



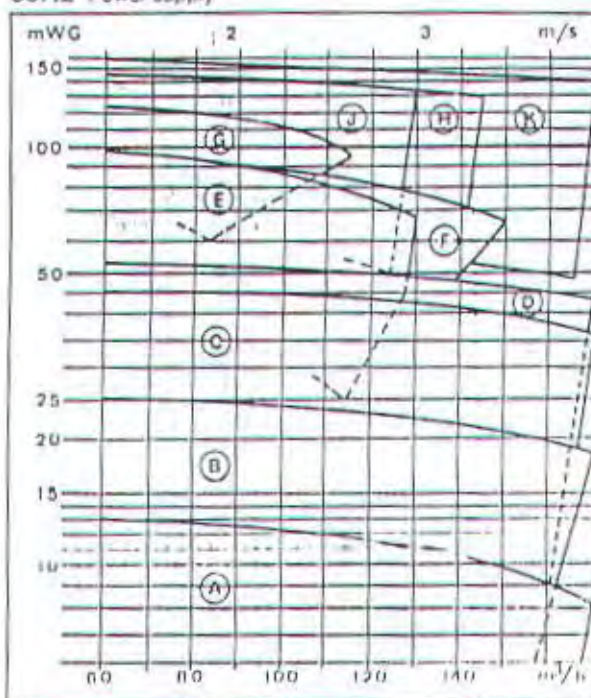
Capacity: 80 ... 150 m³/h

DN 125 (5" dia.) Flange connections

50Hz Power supply



60Hz Power supply



IDENTIFICATION OF PUMP TYPE NO. AND CURVE SHEET NO.

Index letter	Basic type No.	Impeller No.	Data for continuous duty at 50Hz							Data for continuous duty at 60Hz						
			Max. allowed power transmission kW				Max. allowed power transmission kW									
			Flow	Curve No.	QV	QVP	QVK	QH	Q/min	Curve No.	QV	QVP	QVK	QH		
A	Q..S/300	3442							900	08.91	58		58	58		
B	Q..S/300	3517	1000	07.91	64		64	64	1200	06.91	77		77	77		
C	Q..S/300	1550	1500	10.72	96	96	96	96	1800	09.72	115	115	115	115		
D	Q..S/300	2017	1500	06.72	96	96	96	96	1800	08.72	115	115	115	115		
E	Q..2-S/300	2950 H+V	1500	19.76	88	86		87	1800	01.76	105*	66*		80		
F	Q..2-S/330	3343 H+V	1500	10.76	96	96	96	87	1800	12.76	115*	115*	115	80		
G	Q..2-S/330	3481+82-6	1500	55.78	96*	96*	96	87	1800	56.78	115*	115*	115	80		
H	Q..2-S/330	3481+82-11	1500	13.81	96*	96*	96	87	1800	15.83	115*	115*	115	80		
J	Q..S/300	3400	3000	04.78	130*	130*	130	130	3600	05.78	130*		130	130		
K	Q..S/300	2017	3000	29.76	130*	130*	130	130	3600	32.76	130*		130	130		

* Valid for built-in bottom sleeve bearing only

IMPELLER DATA

Impeller No.	Related physical data*			
	Diameter Max. mm Min. mm	Weight raw N/A/Bz kg	Moment of Inertia kgm ²	Min. shaft mm
1550	305 220	14 12	0.053 0.023	12
2017	340 200	17 12	0.082 0.019	8
2950 H+V	330 250	2x12 2x10	0.109 0.051	9
3343 H+V	345 300	2x17 2x15	0.169 0.115	9
3400	340 200	15 12	0.072 0.019	4
3442	345 220	15 11	0.074 0.022	10
3481 + 3482 - 6	390 300	2x22 2x17	0.254 0.125	6
3481 + 3482 - 11	400 300	2x22 2x17	0.293 0.125	11
3517	345 240	16 13	0.079 0.030	8

*Dimensions between min. and max. impeller diameters may be calculated by interpolation.

DATA OF SHAFT AND PUMP CASING

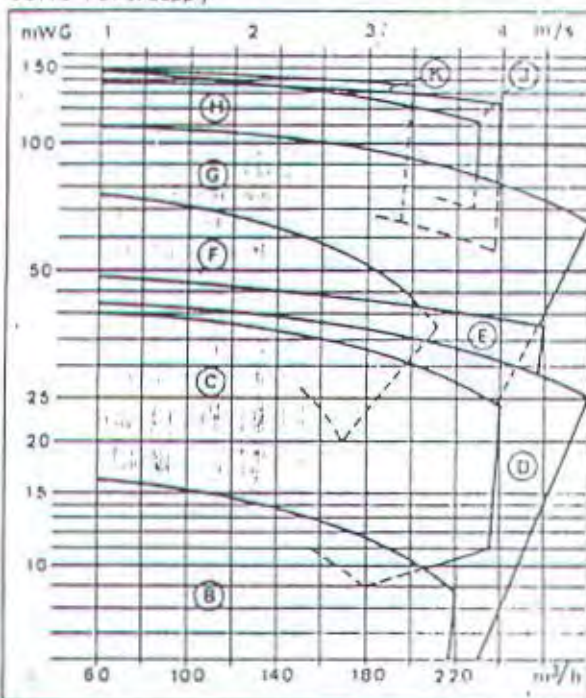
Complete pump type No.	Shaft data				Pump casing data		
	Bearing type C3 DE No.	NDE No.	Mech. seal DE mm ²	NDE mm ²	Coupling and mm ²	Material Gauge mm	Max. test pressure Bar
QV-5/300 QVP-5/300 QVK-5/300 QH-5/300	8309 8308 21309 8309	22210 N210 6407 6407	45 42 45 46	42 42 42 42	36 36 36 36	GG25 GGG40 RG5 N/A/Bz GGG40	9 12 16 18 37.5
QV-2-S/300 QVP-2-S/300 QH-2-S/300	3309 3308 22508	22210 22210 3307	42 42 35	42 42 35	36 36 32	GG25 GGG40 RG5 N/A/Bz	12 12 16 25
QV-2-S/330 QVP-2-S/330 QVK-2-S/330 QH-2-S/330	3309 3308 3309 3309	22210 N210 6407 6407	48 40 48 48	42 42 42 35	36 36 36 36	GG25 GGG40 RG5 N/A/Bz	12 12 16 25

*Weight of the complete pump is indicated on pages 13 and 15.

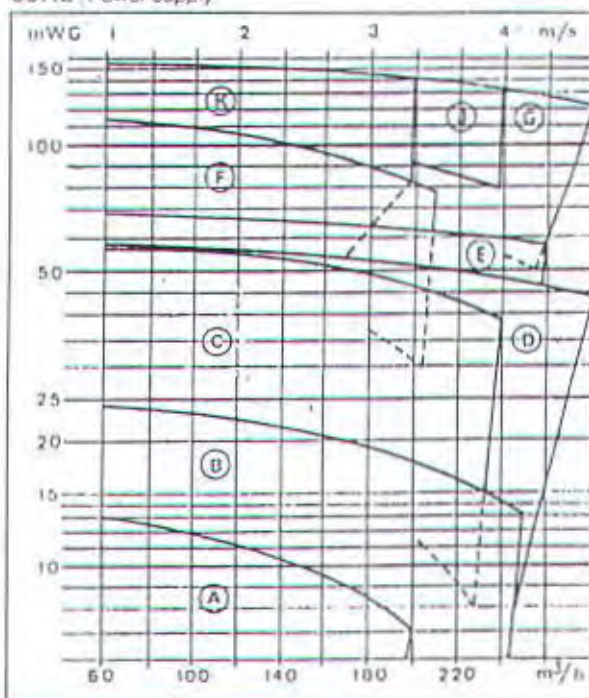
Capacity: 125 ... 250 m³/h

DN 150 (6" dia.) Flange connections

50Hz Power supply



60Hz Power supply



IDENTIFICATION OF PUMP TYPE NO. AND CURVE SHEET NO.

Index letter	Basic type No.	Impeller No.	Data for continuous duty at 50Hz						Data for continuous duty at 60Hz					
			Max. allowed power transmission kW						Max. allowed power transmission kW					
			RpM	Curve No.	QV	QVP	QVK	QH	RpM	Curve No.	QV	QVP	QVK	QH
A	O. 6/300	3442							900	08.91	58		58	58
B	O. 6/300	3442	1000	17.87	64		64	64	1200	05.91	77		77	77
C	O. 6/300	3517	1500	01.77	96	96	96	96	1800	10.79	115	115	115	115
D	O. 6/300	3442	1500	02.77	96	96	96	96	1800	10.91	115	115	115	115
E	O. 6/350	3767	1500	11.91			260	445	1800	12.91			310	535
F	O. 2-6/330	3443 H+V	1500	54.78	96*	90*	96	67	1800	13.76	115*	115*	96	80
G	O. 2-6/400	4120+21	1500	30.66	340*			230	1800	13.91	410*			275
H	O. 3-6/350	3767+3811+12	1500	14.91			260	260						
J	O. 6/300	3517	3000	05.80	130*	130*	130	130	3600	43.79	130*		130	130
K	O. 6/300	2017	3000	29.76	130*	130*	130	130	3600	32.76	130*		130	130

* Valid for built-in bottom sleeve bearing only

IMPELLER DATA

Impeller No.	Related physical data*				Min. shaft
	Diameter Max. mm Min. mm	Weight raw N/AIbz kg	Moment of inertia kgm ²	Min. shaft	
2017	340 200	17 12	0.082 0.019	8	
3442	345 220	15 11	0.074 0.022	10	
3443 H+V	355 280	2x14 2x12	0.147 0.077	14	
3517	345 240	18 13	0.079 0.030	8	
3767	400 350	27 25	0.180 0.124	6	
3767+3811+3812	400 300	3x26 3x21	0.514 0.229	6	
4120+4121	400 300	2x23 2x19	0.300 0.138	16	

*Dimensions between min. and max. impeller diameters may be calculated by interpolation.

DATA OF SHAFT AND PUMP CASING

Complete pump type No.	Shaft data					Pump casing data			
	Bearing type G3		Mech. seal		Coupling end mm*	Material	Gauge	Max. test pressure	Weight kg
	DE No.	NDE No.	DE mm*	NDE mm*			mm	Bar	
QV-6/300	6309	22210	45		36	GG25	9	12	120
QVP-6/300	6309	N210	42		36	GG40	9	16	140
QVK-6/300	21309	6407	45	42	36	RG5	9	16	114
QH-6/300	6309	6407	48	42	36	NIAIbz	9	16	102
						GG40	14	37.5	130
QV-2-6/330	3308	22210	48		36	GG25	12	16	240
QVP-2-6/330	3308	N210	48		36	GG40	12	25	240
QVK-2-6/330	3309	6407	48	42	36	RG5	12	16	256
QH-2-6/330	3309	6407	48	35	36	NIAIbz	12	25	231
QVK-6/350	6311	3311	60		50	GG25	12	16	180
QH-6/350	22313	22313	70		60	GG40	12	25	190
						RG5	12	16	271
						NIAIbz	12	25	197
QV-2-6/400	6312	3311	60	60	50	GG25	12	24	275
QH-2-6/400	21311	21311	60	60	48	GG40	12	37.5	275
						RG5	12	24	275
						NIAIbz	12	37.5	286
QVK-3-6/350	6311	3311	60	60	50	GG25	20	16	543
QH-3-6/350	6311	3311	60	60	50	GG40	20	37.5	543
						RG5	20	16	619
						NIAIbz	20	37.5	561

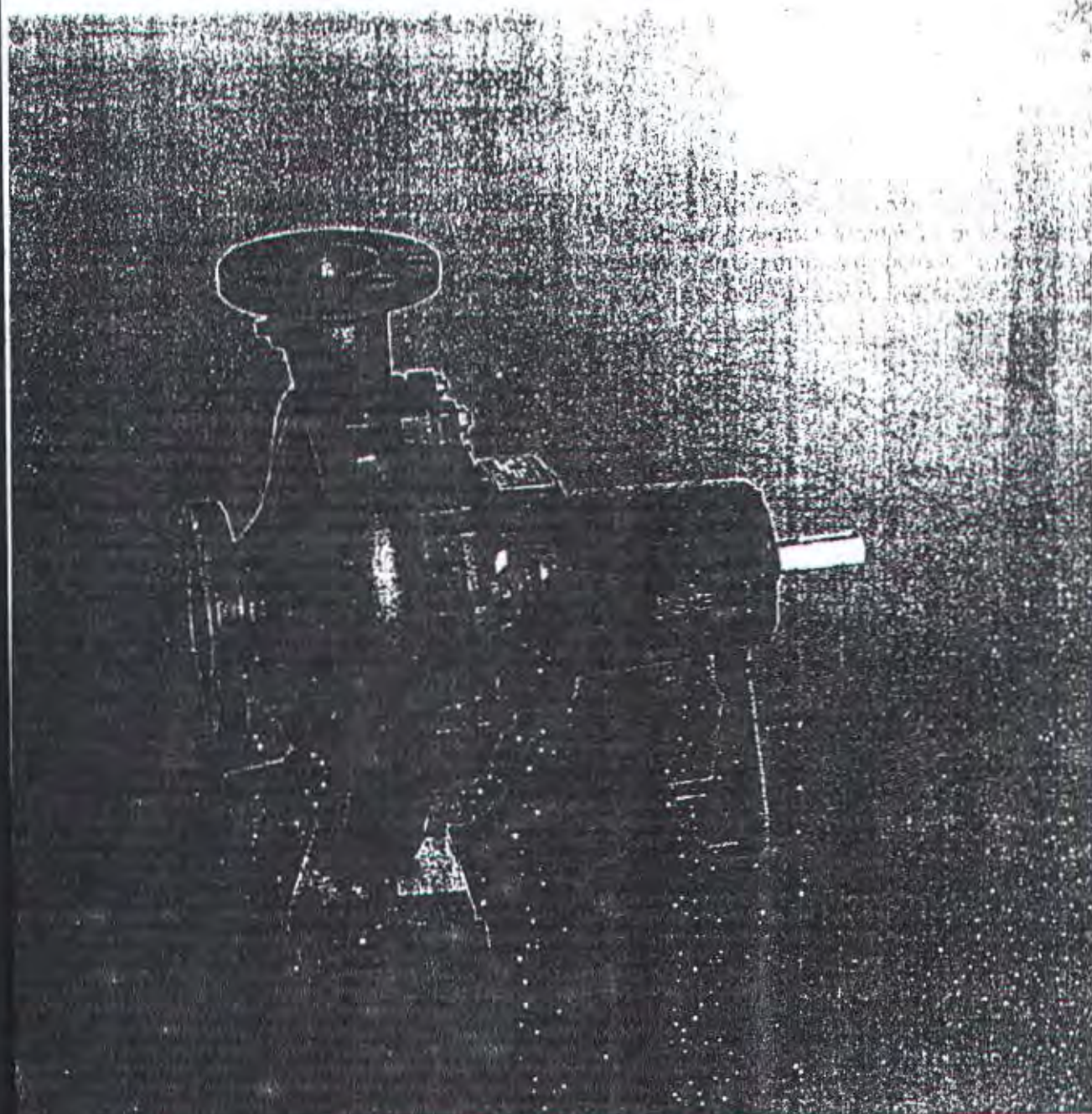
*Weight of the complete pump is indicated on pages 13 and 15.

ETA-N Low Pressure Centrifugal Pumps



acc. to JIS B 8313

	50 Hz	60 Hz
Capacity	Q up to 170 l/s (620 m ³ /hr)	up to 186 l/s (670 m ³ /hr)
Total head	H up to 100 m	
Product temperature	t -30 up to 140°C	
Pump discharge pressure	Pd up to 16 bar	
Pump sizes	DN 32 to 150 mm	



CENTRIFUGAL BACK PULL OUT DESIGN

These series are pumps of back pull-out design conforming to JIS B 8313, manufactured under the name of TORISHIMA PUMP MFG.CO.,LTD.

Applications

General water supply, irrigation and drainage applications; used to circulate hot water, cold water and used as blending and loading pumps etc.

Fluid Pumped

For liquids not causing corrosion and/or erosion of the used materials.

Design

Back suction, vertical centerline discharge nozzle. The back pull-out design allows the removal of the rotor bearing bracket without removing the pump housing or motor. The casing wear ring is renewable. The shaft is protected in the sealing area by a renewable sleeve.

Impeller

Closed, radial flow impeller fitted with renewable protective wear ring at the neck; hydraulically balanced by balancing holes.
Pump sizes 50 x 32 - 125, 50 x 40 - 125 and 65 x 50 - 125 have unbalanced impeller without balancing holes.

Bearings

Permanent lubricated deep groove ball bearings.

Shaft Seals

Soft-packed stuffing boxes or single acting mechanical seal are available.

Flanges

JIS 10 Kgf/cm² F.F.

Drive

Electric motors and Engines are also available on request.

Direction of rotation

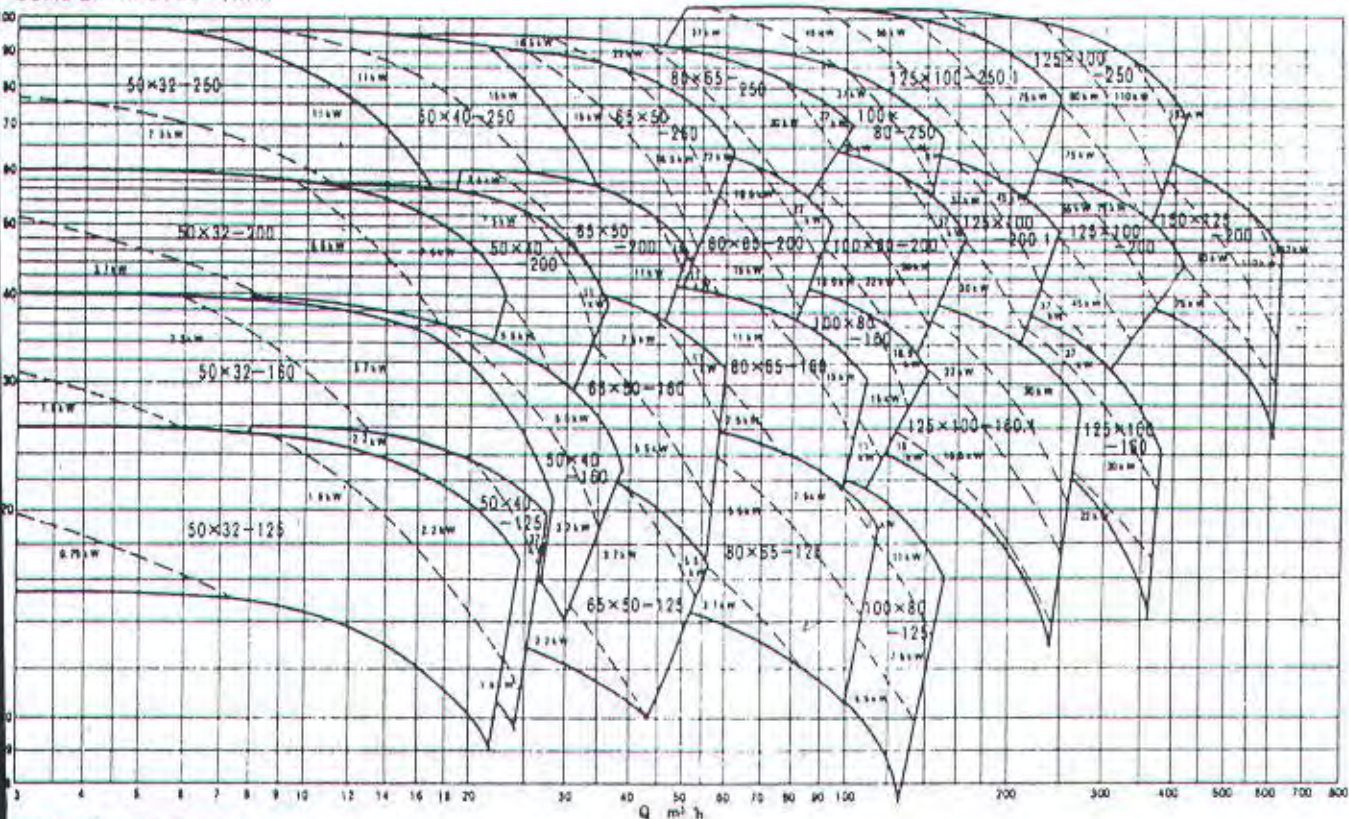
Clockwise viewed from the drive end.

Materials		
Part No.	Part designation	Materials
1020	Volute Casing Casing Cover Impeller Casing Wear Ring Impeller Wear Ring Shaft	Cast iron FC25
1610		Cast iron FC25
2300		Cast iron FC20
5020		Cast iron FC20
5030		Cast iron FC20
2100		Carbon steel S45C, Martensitic steel SUS420J2
5240	Shaft protecting sleeve	Martensitic steel SUS420J2, Austenitic steel SUS304

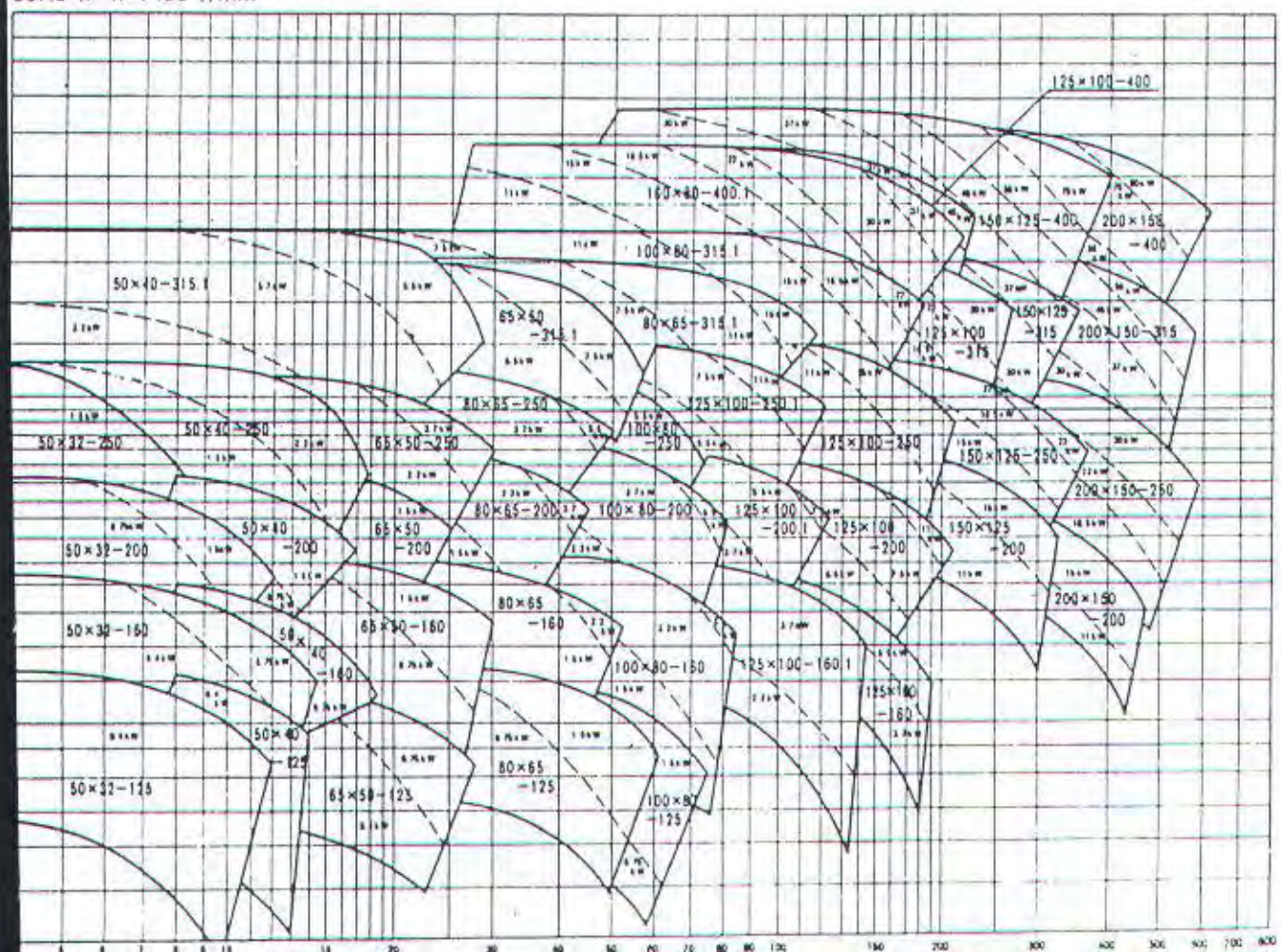
Materials mentioned above are standard; other materials are also available on request.

Selection Charts

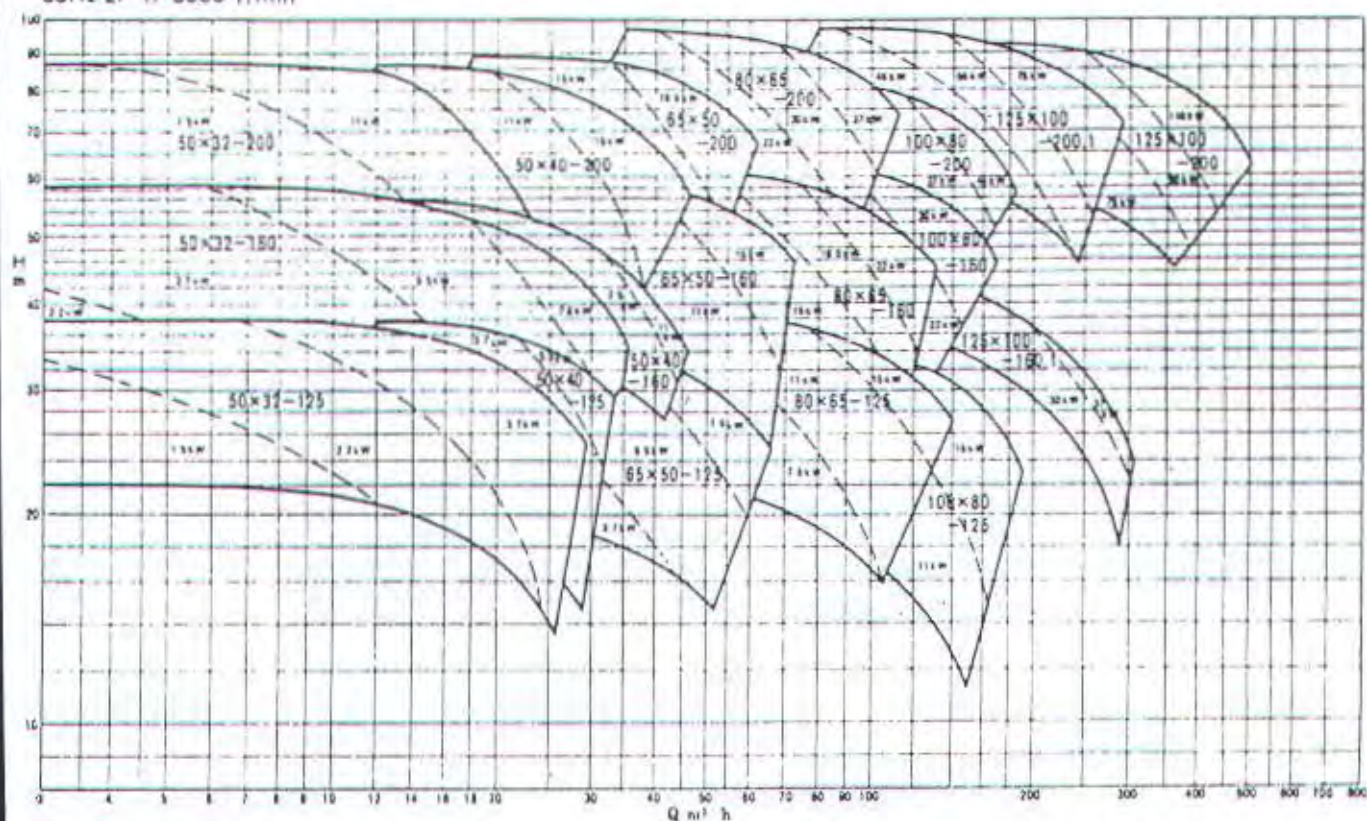
50Hz-2P $n=2900$ 1/min



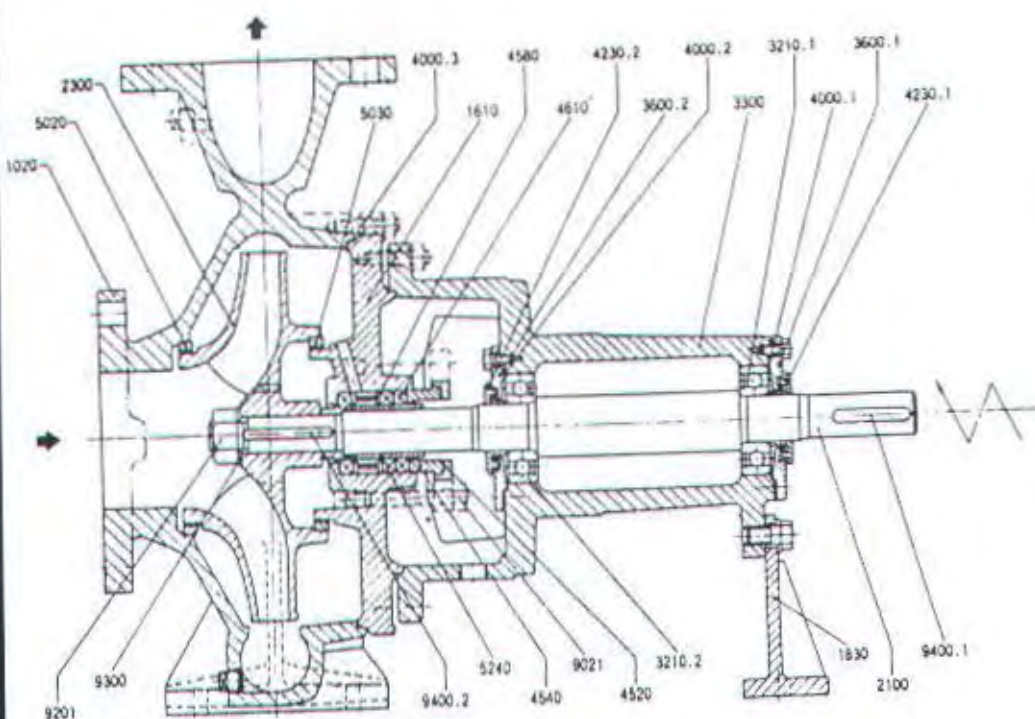
50Hz-4P $n=1450$ 1/min



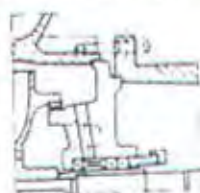
60Hz-2P $n=3500$ 1/min



Sectional Drawings and List of Components

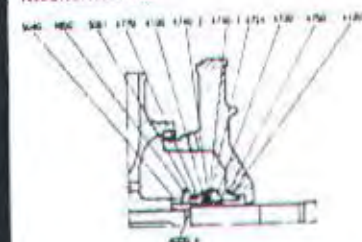


'Push-in' discharge cover

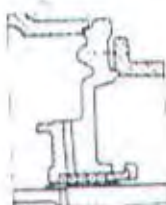


50 x 32 - 125
50 x 32 - 160
50 x 40 - 125
50 x 40 - 160
65 x 50 - 125
65 x 50 - 160
80 x 65 - 125
80 x 65 - 160
100 x 80 - 125
100 x 80 - 160
125 x 100 - 160
125 x 100 - 200
125 x 100 - 160
125 x 100 - 200
150 x 125 - 200
150 x 125 - 215
200 x 150 - 200
200 x 150 - 250
200 x 150 - 315

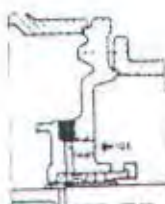
Shaft Seals
Mechanical seal



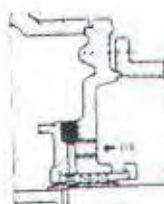
NB



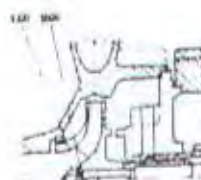
NC



VH



Impeller unbalanced



50 x 32 - 125
50 x 40 - 125
65 x 50 - 125

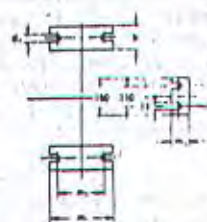
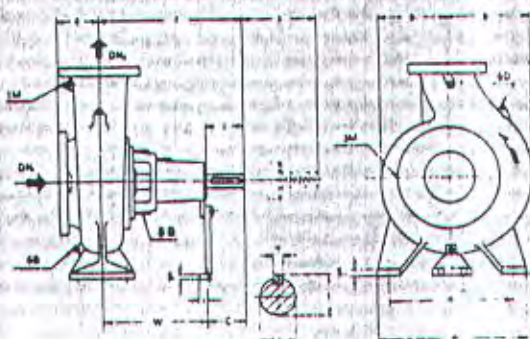
Part No.	Part Designation	Part No.	Part Designation	Part No.	Part Designation
1020	Volute casing	4230.1	Labyrinth ring	9400.2	Key
1610	Casing cover	4230.2	Labyrinth ring	(Mechanical Seal)	
1830	Support foot	4520	Gland	4100	Packing
2100	Shaft	4540	Gland bush	4120	O-ring
2300	Impeller	4580	Lantern ring	4720	Washer
3210.1	Ball bearing	4610	Gland packing	4724	Back up ring
3210.2	Ball bearing	5020	Casing wear ring	4740.1	Stopper
3300	Bearing housing	5030	Impeller wear ring	4740.2	Stopper
3600.1	Bearing cover	5240	Shaft protecting sleeve	4750	Seat
3600.2	Bearing cover	5500	Washer	4770	Spring
4000.1	Flat gasket	9021	Gland bolt	4850	Stopper
4000.2	Flat gasket	9201	Hexagonal nut	5040	Distance ring
4000.3	Flat gasket	9300	Spring washer	5051	Spline ring
4000.4	Flat gasket	9400.1	Key		



PT TORISHIMA GUNA INDONESIA

Head Office & Factory : Jl. Rawa Sumur Timur No. 1, Industrial Estate Pulo Gadung, Jakarta 13930, Indonesia. P.O. BOX 1
 Phone : (021) 4890205 Telex : 46491 GAE JKT Telefax : (0062)-21-355485 Cable : TOR

Dimension Table

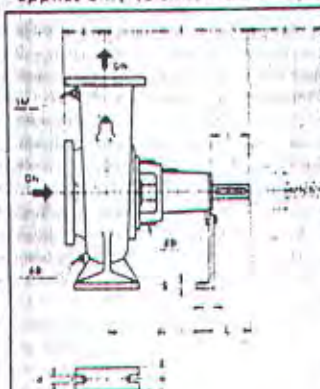


Packing NC, VH

Pump flange dimensions (acc. to JIS 10kgf/cm² F.F.)



applies only to sizes marked by *



Note:
() only for 200x150-315
and 200x150-400.

Auxiliary connection

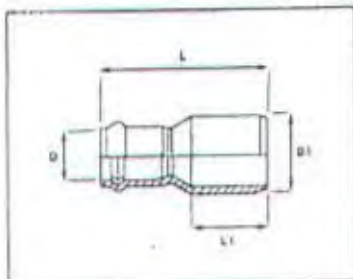
Symbol	Name
1M	Pressure measuring instrument
3M	Pressure measuring instrument
6B	Casing drain
6D	Priming and venting
8B	Leakage drain
10E	Sealing liquid inlet
11E	Flushing liquid inlet

Pump sizes	1M 3M	6B 6D	8B	10E 11E
Dimensions				
50 x 32-125				
50 x 32-160				
50 x 32-200				
50 x 32-250				
50 x 40-125				
50 x 40-160				
50 x 40-200				
50 x 40-250				
65 x 50-125				
65 x 50-160				
65 x 50-200				
65 x 50-250				
80 x 65-125				
80 x 65-160				
80 x 65-200				
80 x 65-250				
100 x 80-125				
100 x 80-160				
100 x 80-200				
100 x 80-250				
125 x 100-160				
125 x 100-200				
125 x 100-250				
125 x 100-315				
125 x 100-400				
150 x 125-200				
150 x 125-250				
150 x 125-315				
150 x 125-400				
200 x 150-200				
200 x 150-250				
200 x 150-315				
200 x 150-400				

ND	A	B	C	F	N-Z
32	32	100	135	20	4-19
40	40	105	140	20	4-19
50	50	120	155	20	4-19
65	65	140	175	22	4-19
80	80	150	185	22	8-19
100	100	175	210	24	8-19
125	125	210	250	24	8-23
150	150	240	280	26	8-23
200	200	290	330	26	12-23

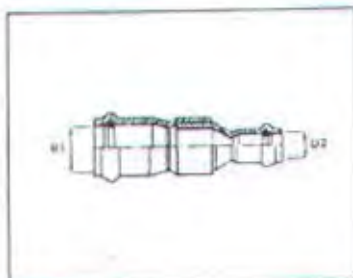
Dimensions in mm

Pump sizes	Pump dimensions								Foot dimensions										Shaft end								
	D ₁	D ₂	a	b ₁	b ₂	f	h ₁	h ₂	b	c	d ₁	i	m ₁	m ₂	m ₃	n ₁	n ₂	s	s ₁	s ₂	w	d ₁	i	f	u	v	
50×32-125	50	32	80	113	113	360	112	140	50	75	14	25	100	70	50	190	140	8	15	285	24	50	27	8	100		
50×32-160	50	32	80	116	125	360	132	160	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	15	285	24	50	27	8	100		
50×32-200	50	32	80	128	137	360	160	180	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	18	285	24	50	27	8	100		
50×32-250	50	32	100	164	171	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	24	50	27	8	100		
50×40-125	50	40	80	113	113	360	112	140	50	75	14	25	100	70	50	190	140	8	15	285	24	50	27	8	100		
50×40-160	50	40	80	113	125	360	132	160	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	15	285	24	50	27	8	100		
50×40-200	50	40	80	132	141	360	160	180	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	18	285	24	50	27	8	100		
50×40-250	50	40	100	170	176	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	24	50	27	8	100		
65×50-125	65	50	80	113	113	360	112	140	50	75	14	25	100	70	50	210	160	8	15	285	24	50	27	8	100		
65×50-160	65	50	80	115	131	360	132	160	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	15	285	24	50	27	8	100		
65×50-200	65	50	100	133	147	360	160	180	50	75	14	25	100	70	50	265	212	8	15	285	24	50	27	8	100		
65×50-250	65	50	100	155	178	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	24	50	27	8	100		
65×50-315	65	40	125	194	203	470	225	250	65	100	14	25	125	95	50	345	280	12	16	370	32	80	35	10	140		
80×65-125	80	65	100	113	128	360	132	160	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	15	285	24	50	27	8	100		
80×65-160	80	65	100	126	147	360	160	180	50	75	14	25	100	70	50	265	212	8	15	285	24	50	27	8	100		
80×65-200	80	65	100	145	165	360	160	200	50	75	14	25	100	70	50	265	212	8	15	285	24	50	27	8	100		
80×65-250	80	65	100	168	184	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	24	50	27	8	100		
80×65-315	80	65	125	203	216	470	225	280	65	100	14	25	125	95	50	345	280	12	16	370	32	80	35	10	140		
100×80-125	100	80	100	120	148	360	160	180	65	75	14	25	125	95	50	280	212	8	18	285	24	50	27	8	100		
100×80-160	100	80	100	130	158	360	160	200	65	75	14	25	125	95	50	280	212	8	18	285	24	50	27	8	100		
100×80-200	100	80	100	164	177	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	24	50	27	8	100		
100×80-250	100	80	100	180	200	470	200	250	80	100	19	25	160	120	50	360	280	8	20	370	32	80	35	10	140		
100×80-315	100	80	125	208	229	470	225	280	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	20	370	32	80	35	10	140		
125×100-160	125	100	125	153	182	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	24	50	27	8	100		
125×100-200	125	100	125	161	189	470	180	250	65	100	14	25	125	95	50	345	280	8	18	370	32	80	35	10	140		
125×100-250	125	100	125	184	210	470	225	280	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	18	370	32	80	35	10	140		
100×80-315	100	80	125	220	244	470	250	315	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	20	370	32	80	35	10	140		
100×80-400	100	80	125	253	276	530	280	355	80	160	19	30	160	120	52	435	365	12	20	370	42	115	45	12	140		
125×100-160	125	100	125	178	226	470	200	250	80	100	19	25	160	120	50	360	280	8	18	370	32	80	35	10	140		
125×100-200	125	100	125	173	213	470	200	280	80	100	19	25	160	120	50	360	280	8	18	370	32	80	35	10	140		
125×100-250	125	100	140	190	220	470	225	280	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	20	370	32	80	35	10	140		
125×100-315	125	100	140	225	255	470	250	315	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	18	370	32	80	35	10	140		
125×100-400	125	100	140	253	280	530	280	355	100	160	24	30	200	150	52	500	400	12	20	370	42	115	45	12	140		
150×125-200	150	125	140	195	244	470	250	315	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	20	370	32	80	35	10	140		
150×125-250	150	125	140	226	275	470	250	355	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	18	370	32	80	35	10	140		
150×125-315	150	125	140	238	278	530	280	355	100	160	24	30	200	150	52	500	400	12	20	370	42	115	45	12	140		
150×125-400	150	125	140	275	305	530	315	400	100	160	24	30	200	150	52	500	400	12	20	370	42	115	45	12	140		
200×150-200	200	150	160	238	315	470	280	400	100	100	24	25	200	150	50	550	450	12	20	370	32	80	35	10	140		
200×150-250	200	150	160	228	298	530	280	375	100	160	24	30	200	150	52	500	400	12	20	370	32	80	35	10	140		
200×150-315	200	150	160	255	303	530	315	400	100	160	24	30	200	150	52	550	450	12	20	370	42	115	45	12	140		
200×150-400	200	150	160	285	325	530	315	450	100	160	24	30	200	150	52	550	450	12	20	370	42	115	45	12	140		



D1 - D	L1	L
75- 63	110	210
90- 63	103	235
90- 75	107	243
110- 63	114	260
110- 75	116	247
110- 90	114	243
160- 90	142	313
160-110	142	306

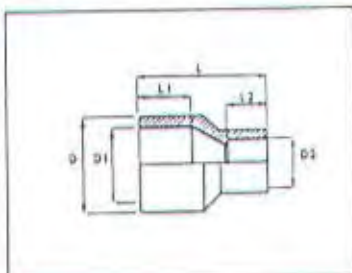
REDUCER ALL RUBBER RING



Unit : mm

D1 - D2
75- 63
90- 63
90- 75
110- 63
110- 75
110- 90
160- 90
160-110

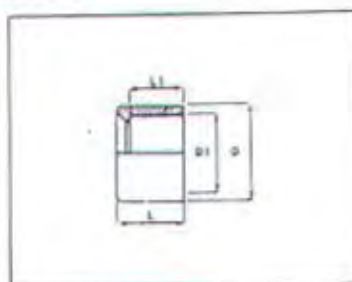
REDUCER SOCKET SOLVENT CEMENT



Unit : mm

D - D1 - D2	L1	L2	L
63 - 40 - 32	26	22	66
63 - 50 - 32	31	22	76

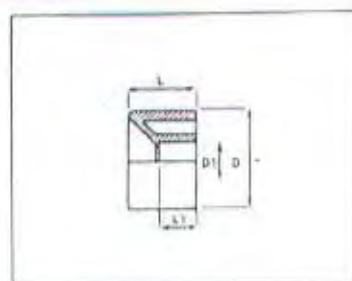
REDUCER BUSHING SOLVENT CEMENT



Unit : mm

D - D1	L1	L	TYPE
32 - 25	19	22	A
63 - 50	31	38	A
32 - BSP 1/2"	18	22	A
36 - BSP 1/2"	19	22	A

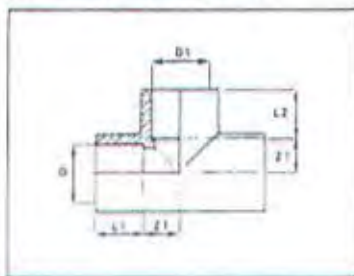
REDUCER BUSHING SOLVENT CEMENT



Unit : mm

D - D1	L1	L	TYPE
32 - 16	14	22	B
63 - 16	14	38	B
63 - 32	22	38	B

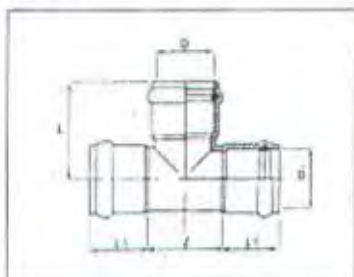
AQUAL & REDUCER TEE SOLVENT CEMENT SOCKETS



Unit : mm

D - D1	Z1	L1	L2
25 - 16	13	19	14
32 - 16	17	22	14
32 - 25	17	22	19
32 - 32	17	22	22
50 - 16	26	31	14
50 - 25	26	31	19
50 - 32	26	31	22
50 - 50	26	31	31

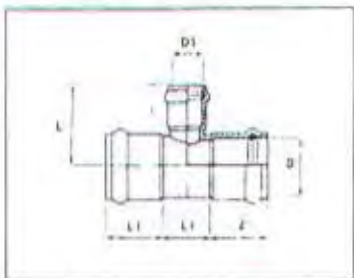
AQUAL TEE ALL RUBBER RING JOINT



Unit : mm

D	Z	L1	L
63	76	102	140
75	89	105	149
90	106	110	163
110	130	120	185

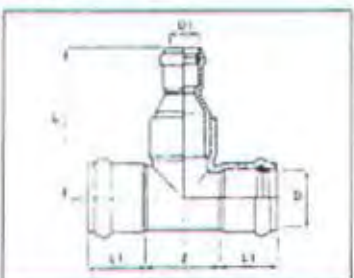
REDUCING TEE ALL RUBBER RING JOINT



Unit : mm

D - D1	Z	L1	L
160 - 63	80	140	200

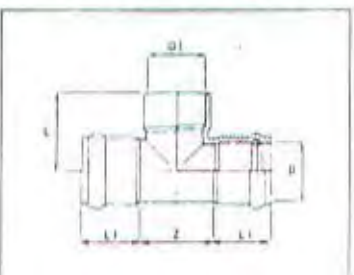
REDUCING TEE ALL RUBBER RING JOINT



Unit : mm

D - D1	Z	L1	L
75 - 63	89	105	240
90 - 63	106	110	265
90 - 75	106	110	270
110 - 63	130	120	305
110 - 75	130	120	280
110 - 90	130	120	285

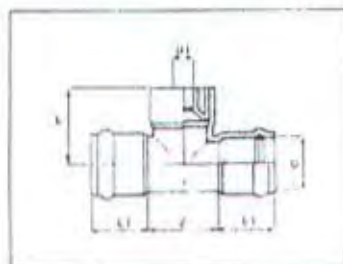
AQUAL TEE RUBBER RING - SOLVENT CEMENT SOCKET



Unit : mm

D - D1	Z	L1	L
63 - 63	76	102	85
75 - 75	89	105	120
90 - 90	106	110	135
110 - 110	130	120	150
160 - 63	80	140	140

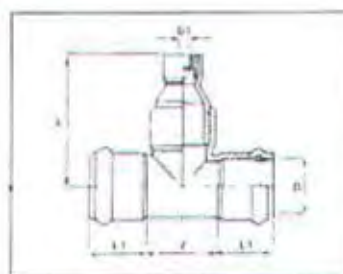
REDUCING TEE RUBBER RING – SOLVENT CEMENT SOCKET



Unit: mm

D – D1	Z	L1	L
63 – 16	76	102	85
63 – 32	76	102	85
63 – 50	76	102	85

REDUCING TEE RUBBER RING – SOLVENT CEMENT SOCKET

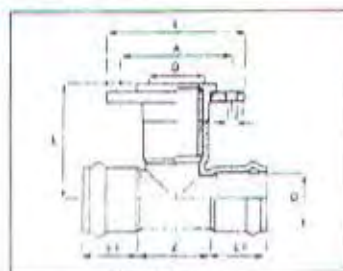


Unit: mm

D – D1	Z	L1	L
75 – 16	89	105	158
75 – 32	89	105	158
75 – 50	89	105	158
90 – 16	106	110	163
90 – 32	106	110	163

D – D1	Z	L1	L
90 – 50	106	110	163
110 – 16	128	120	184
110 – 32	128	120	184
110 – 50	128	120	184

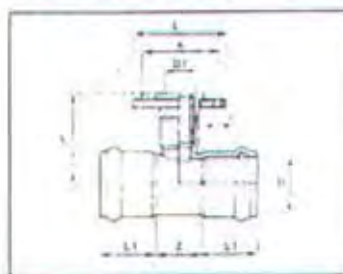
AQUAL TEE RUBBER RING – FLANGE BRANCH



Unit: mm

D	Z	L1	L	A	E	f	NO OF HOLES
63	76	102	128	125	165	18	4
75	89	105	149	145	185	18	4
90	106	116	169	160	200	18	8
110	128	120	200	180	220	18	8

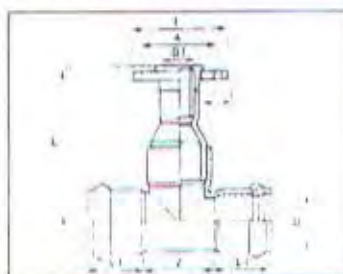
REDUCING TEE RUBBER RING – FLANGE BRANCH



Unit: mm

D – D1	Z	L1	L	A	E	f	NO OF HOLES
160 – 63	80	140	175	125	165	18	4

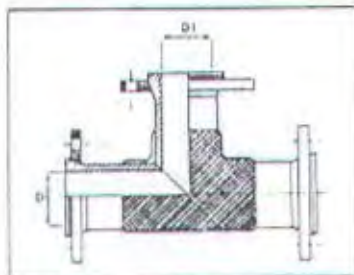
REDUCING TEE RUBBER RING – FLANGE BRANCH



Unit: mm

D – D1	Z	L1	L	A	E	f	NO OF HOLES
75 – 63	89	105	202	125	165	18	4
90 – 63	106	116	223	125	165	18	4
90 – 75	106	116	275	145	185	18	4
110 – 63	128	120	284	125	165	18	4
110 – 75	128	120	290	145	185	18	4
110 – 90	128	120	294	160	200	18	8

TEE ALL FLANGE (WELDED & FRP REINFORCED)

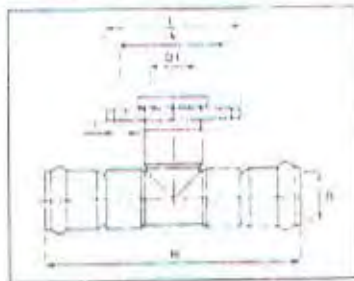


D - D1
200 - 200
225 - 200
225 - 225
250 - 200
250 - 225
250 - 250
280 - 200
280 - 225
280 - 250
280 - 280
315 - 200
315 - 225
315 - 250
315 - 280
315 - 315
355 - 200
355 - 225

D - D1
355 - 250
355 - 280
355 - 315
355 - 355
400 - 200
400 - 225
400 - 250
400 - 280
400 - 315
400 - 355
400 - 400
450 - 200
450 - 225
450 - 250
450 - 280
450 - 315
450 - 355

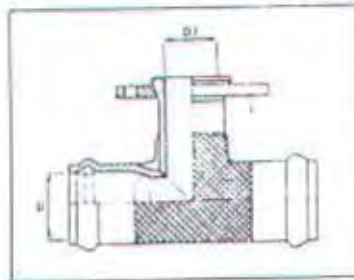
Unit : mm
D - D1
450 - 400
450 - 450

TEE RUBBER RING WITH FLANGE BRANCH



D - D1	L	H	A	E	F	NO OF HOLES	Unit : mm
160 - 90	206	620	160	200	18	8	
160 - 110	226	630	180	220	18	8	
100 - 160	266	670	240	285	23	8	

TEE RUBBER RING - FLANGE BRANCH (WELDED & FRP REINFORCED)

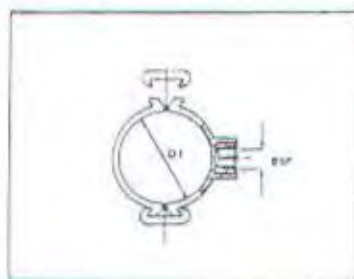


D - D1
200 - 200
225 - 200
225 - 225
250 - 200
250 - 225
250 - 250
280 - 200
280 - 225
280 - 250
280 - 280
315 - 200
315 - 225
315 - 250
315 - 280
315 - 315
355 - 200
355 - 225

D - D1
355 - 250
355 - 280
355 - 315
355 - 355
400 - 200
400 - 225
400 - 250
400 - 280
400 - 315
400 - 355
400 - 400
450 - 200
450 - 225
450 - 250
450 - 280
450 - 315
450 - 355

Unit : mm
D - D1
450 - 400
450 - 450

CLAMP SADDLE WITH THREAD BSP



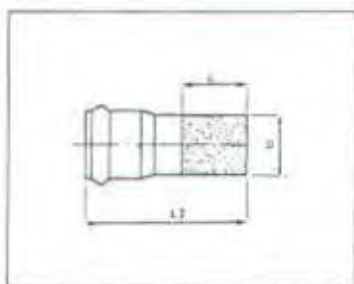
D1 - BSP
63 - 1/2"
63 - 3/4"
75 - 1/2"
75 - 3/4"
90 - 1/2"

D1 - BSP
90 - 3/4"
110 - 1/2"
110 - 3/4"
160 - 1/2"
160 - 3/4"

Unit : mm

D1 - BSP
63 - 1"
75 - 1"
90 - 1"
110 - 1"

MANHOLE PIPE JOINT

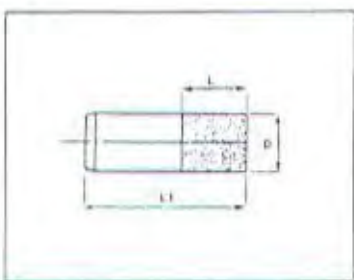


D	L	L2
160	160	380
200	200	430
225	225	480
250	250	520
280	280	565
315	315	625
355	355	660

Unit : mm

D	L	L2
400	400	750
450	450	800

MAN HOLE SHORT PIPE

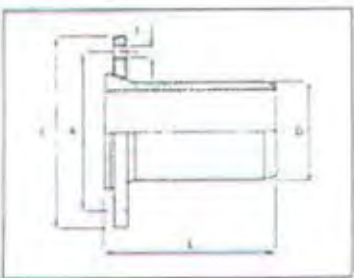


D	L	L1
160	160	340
200	200	430
225	225	435
250	250	500
280	280	530
315	315	590
355	355	620

Unit : mm

D	L	L1
400	400	740
450	450	770

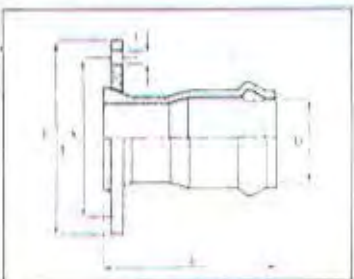
FLANGE SPIGOT (WITH TAPER CORE)



Unit : mm

D	L	A	E	F	NO OF HOLES
200	270	270	315	22	8
225	280	295	340	22	8
250	300	325	370	22	8
280	320	350	395	22	12
315	350	400	445	22	12
355	380	460	505	22	16
400	410	515	565	22	16
450	450	565	620	22	16

FLANGE ADAPTOR (WITH TAPER CORE)



Unit : mm

D	L	A	E	F	NO OF HOLES
200	270	270	315	22	8
225	280	295	340	22	8
250	300	325	370	22	8
280	320	350	395	22	12
315	350	400	445	22	12
355	380	460	505	22	16
400	410	515	565	22	16

RODUCTION

group now has entered into an era and offer a
em in piping technology in line with other advance
that is PE PIPE, FITTINGS AND SYSTEM
COLLECTY.

polyethylene system from Mapion means you move
confidence, confidence in our product and our service.

nt runner in polyethylene system we employed
equipments with latest technology to manufacture
l related products using branded raw material to
recognised internationally.

is manufactured from modified polyethylene
ially selected for its exceptional weld capability,
istance to stress cracking and crack propagation.

compounded resin is used for manufacture of
water, sewerage and industrial piping system and
ompounded resin for gas reticulation system.

are thurn tested in accordance with wide range
to comply with water and gas applications.

Mapion Group memiliki dua bawahan perusahaan
sekaligus perusahaan anak yaitu Mapion
Indonesian Pipe Co., Ltd. dan Mapion

Sistem Pipa dan Marpor. Kedua perusahaan bawahan ini
dimana kepercayaan itu adalah produk dan jasa Mapion.

Sebagai pelopor sistem polietilena, Mapion merupakan
peralatan modern dengan teknologi canggih. Mapion
bermuka tinggi, untuk memproduksi pipa sistem retak
internasional.

Pipa PE dibuat dari modifikasi resin polietilena, yang sangat
khusus dipilih untuk menghasilkan pipa bermuka tinggi
tahan terhadap tekanan dan retak.

Pipa berwarna hitam dipergunakan untuk distribusi air,
sedangkan yang berwarna kuning digunakan untuk distribusi
gas.

Hasil produksi kami selalu diperiksa secara ketat.

ADVANTAGES OF PE PIPE



up to OD 90 mm in coils



such treatment will not damage PE Pipes

Flexibility

The natural flexibility of PE pipes allow them to conform to most terrain contours without the use of fittings. In general, these pipes can be bent at a minimum radius of 25 to 40 times the pipe diameter. PE pipes can absorb stresses due to soil movements. The flexibility also makes PE pipes an outstanding choice for submarine applications as they can follow the contour of the sea/river bed.

Also due to this flexibility, pipes up to 90 mm in diameter can be supplied in coils of 50 metres or more. This leads to quicker and cheaper installations, involving fewer joints.

Kelenturan alami dari pipa PE memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan dalam keadaan yang bagaimanapun tanpa menggunakan sambungan. Secara umum pipa PE bisa ditekuk minimal diameter tekukan 25 s/d 40 kali diameter pipa.

Pipa PE dapat mengikuti tekanan akibat adanya gerakan tanah. Karena kelenturannya pipa PE juga sesuai untuk aplikasi dalam air, sebab dapat disesuaikan dengan keadaan dasar sungai atau laut.

Juga karena kelenturannya, pipa PE dengan diameter s/d 90 mm bisa dikemas dalam bentuk koil sepanjang 50 m atau lebih. Tentu saja hal ini akan membuat pemasangannya lebih cepat dan murah karena hanya memerlukan sedikit sambungan.

Light Weight

PE pipes are 6 to 8 times lighter than conventional materials. This leads to significant savings in the cost of transportation, manpower and equipment for handling and also speed of installation.

Pipa PE beratnya 6 s/d 8 kali lebih ringan dari pada pipa konvensional lainnya, sehingga akan menghemat biaya transportasi, tenaga kerja dan peralatan pengoperasian, disamping pemasangannya jauh lebih cepat.

Impact Resistance

PE pipes have a very high flexural and impact strength. The pipes will not crack, break or dent, and will not fracture under the effect of rough handling.

They can withstand heavy loads in underground installations. Unlike rigid pipe, PE pipes behave as flexible conduits which will deflect vertically under loading and will transmit a portion of the load to the trench wall by soil friction and to the trench bottom by settlement.

Pipa PE memiliki ketahanan benturan dan fleksural tinggi, tidak mudah pecah/retak dan tidak akan patah karena pemangsaan atau kasar. Pipa PE tahan terhadap beban berat jika dipasang dibawah tanah. Berbeda dengan pipa yang kaku lainnya, pipa PE bisa melentur saat akan memantul secara vertikal dan tahan tekanan beban pada dinding pipa, karena adanya gesekan yang disebabkan oleh keadaan permukaan tanah.

Potable Water Supply

PE pipes are physiologically harmless and do not promote any bacterial growth. They are absolutely safe to be used as domestic drinking water pipelines and have been approved by many international bodies.

Secara fisiologis pipa PE tidak berbahaya dan mencegah timbulnya bakteri. Pipa PE benar-benar aman untuk digunakan sebagai saluran air minum dan kualitas pemakaiannya telah diakui secara internasional.

Superior Flow ✓

PE pipes have an extremely smooth inside surface. Hazen Williams "C" value of 150 and a Manning "n" of 0.009 are recommended for fluid flow calculations. A point to note is that due to PE pipes' resistance to scaling, corrosion and encrustation, maximum flow is maintained throughout the extended life of the pipeline.

Pipa PE memiliki permukaan yang licin, nilai Hazen William's "C" nya 150 dan nomor manningnya mencapai 0,009 yang sangat ideal untuk perhitungan aliran cairan. Satu hal yang harus dicatat dari pipa PE ini adalah pipa PE tahan dengan karat tinggi, anti karat dan tidak mudah terjadi endapan. Ini menjamin pengalirannya maksimal sepanjang masa.

Reaction to Water Hammer

In any pipeline, the effects of surge pressure must be taken into consideration. Because of its greater elasticity, PE pipes can withstand transient overpressure better than conventional non-ductile piping materials. Stretching of pipe walls tends to dampen rather than propagate dynamic pressure waves.

Perbedaan ini pada jaringan pipa lainnya, efek tekanan air yang terjadi tetap harus diperhatikan. Karena elastisitasnya yang tinggi, PE lebih tahan terhadap tekanan yang lebih kuat, dari pada material non-ductile dari bahan lain. Pengembangan dinding pipa membantu menyerap gelombang tekanan dinamis.

Resistance to Abrasion

PE pipe performs well in handling highly abrasive material in low pressure - high velocity slurry systems.

Controlled tests have shown that PE Pipe will generally perform as well as steel pipe in this type of service by a ratio of 1:1. It also outlasts rubber lined steel in most slurry applications due to its smooth tough interior surface. PE pipe has proven itself in many mining applications.

PE mampu menahan bahan abrasif bertekanan rendah dengan kecepatan tinggi dalam sistem aliran. Hasil uji kontrol yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pipa PE dapat menggantikan fungsi pipa baja dengan perbandingan 1:1. Disamping itu juga dapat melebihi fungsi pipa baja yang dilapisi dengan karet, karena memiliki permukaan yang halus. PE telah banyak digunakan dalam kegiatan pertambangan.

Weatherability

Mospion PE Pipe is protected against degradation that could be caused by ultra-violet rays when exposed to direct sunlight. The material contains carbon black which also accounts for the black colour of our pipe. It can be stored outside in most climates for long period without danger of loss of physical properties due to UV exposure.

Pipa PE terlindung dari degradasi yang disebabkan oleh sinar ultra violet jika terkena sinar matahari secara langsung. Bahannya mengandung karbon hitam yang juga berfungsi untuk menghasilkan warna hitam pada pipa. Wadapun diletakkan di tempat terbuka, pipa PE tidak akan mengalami penurunan kualitas physical karena adanya pengaruh sinar ultra violet.

Corrosion Resistance ✓

PE pipes are almost totally immune to chemical or electrolytic attacks. They resist most organic solvents, aqueous salts, mineral acids and alkalis as well as marine biological attacks. They will never suffer from rust, rot or galvanic corrosion.

Pipa PE sepenuhnya tahan bahan kimia atau serangan electrolytic dan semua bahan organik, air asin, asam mineral, alkali dan tambahan air. Tidak bisa berkarat, tahan rapuh atau karat galvanis.

Overall Cost

Compared with conventional pipes, PE pipes offer opportunities for significant cost savings, particularly in under water applications. These savings occur in installation, labour and equipments, and reduced maintenance over the life of the pipeline.

Dibandingkan dengan pipa konvensional lain, pipa PE menawarkan biaya yang lebih murah terutama pada pemakaian bawah air.

Penghematan biaya tersebut karena pemakaian tenaga manusia dan peralatan yang lebih sedikit dan dengan biaya pemeliharaan yang lebih ringan.



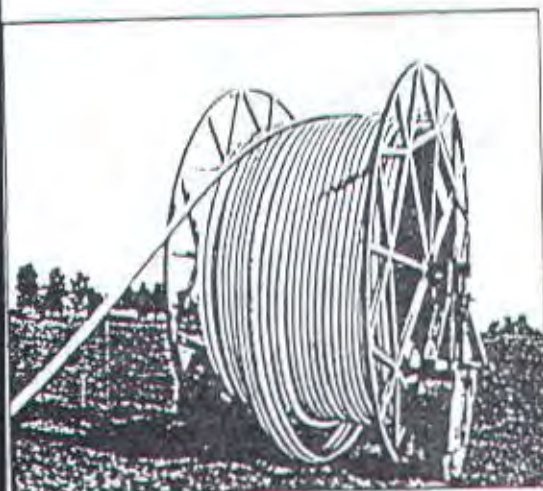
Water Supply ✓

For water supply PE pipes are preferred because of easy installation, no encrustation or corrosion, high flow rate (Hazen Williams' $C = 150$) throughout a minimum life time of 50 years.

PE pipes have been used in many water supply projects. Such projects have included sizes ranging from $\varnothing 20$ mm to $\varnothing 630$ mm. Small diameter pipes available in coils are widely used for communication pipes and rural water supply.

Untuk saluran air pipa PE lebih disukai, sebab pemasangannya mudah, anti karat dengan daya salur tinggi (Hazen William's $C = 150$) selama minimal 50 tahun.

Pipa PE telah digunakan pada banyak proyek pengairan yang ukurannya mencapai 20 mm s/d 630 mm. Pipa dengan diameter kecil tersedia dalam bentuk koil dan telah banyak digunakan untuk saluran komunikasi dan pengairan di daerah pedesaan.



Gas Supply

For gas distribution mains, flexible PE pipes have been widely used all over the world. Leak-proof joints made by electrofusion and butt welding ensures complete safety and reduces the installed cost up to 40% less than other conventional piping materials.

Yellow PE gas pipes made by MASPION GROUP conform to ISO 4437 specifications. Extensive long term tests conducted by internationally recognised bodies have confirmed the superior quality for this application.

Untuk distribusi gas, pipa PE yang lentur telah banyak digunakan diseluruh dunia. Sambungan yang tahan bocor yang terbuat dengan sistim elektrofusi dan pengelasan sistim Butt memberikan tingkat keamanan sependahnya dan mengahangi biaya pemasangan sampai dengan 40% dibandingkan dengan pipa konvensional lainnya.

Pipa PE yang berwarna kuning yang diproduksi Maspion Group telah sesuai standar ISO 4437. Hasil pengujian yang dilakukan oleh badan-badan internasional telah membuktikan kualitasnya.



Underwater Pipelines

When it is necessary to lay underwater pipes across rivers or sea channels, PE pipes are the most ideal choice. This is because PE pipes are flexible, tough and lighter than water and can be towed across the water when they are being laid. Thereafter, with the help of concrete ballast weights, the pipeline is sunk below water and embedded in the sea or river bed.

Apabila diperlukan memasang pipa dibawah air-sungai atau kanal, pipa ini merupakan pilihan yang paling ideal, karena lentur, kuat, lebih ringan dari berat air dan bisa ditarik diatas air pada saat dipasang.

Selanjutnya dengan tambahan pemberat, pipa tersebut ditenggelamkan untuk di pasang didasar laut atau sungai.



Relining New Pipes in Old

In renewing existing defective pipelines, many successful examples have proved that sleeving with PE pipe is a cost saving method of repair. This method has been used for water lines, sewers and gas lines.

Depending on the condition and the route of the old pipe, continuous lengths of lining pipe up to 400 m can be pulled through. Where pipe sections are to be joined, it is necessary to open up the old pipe.

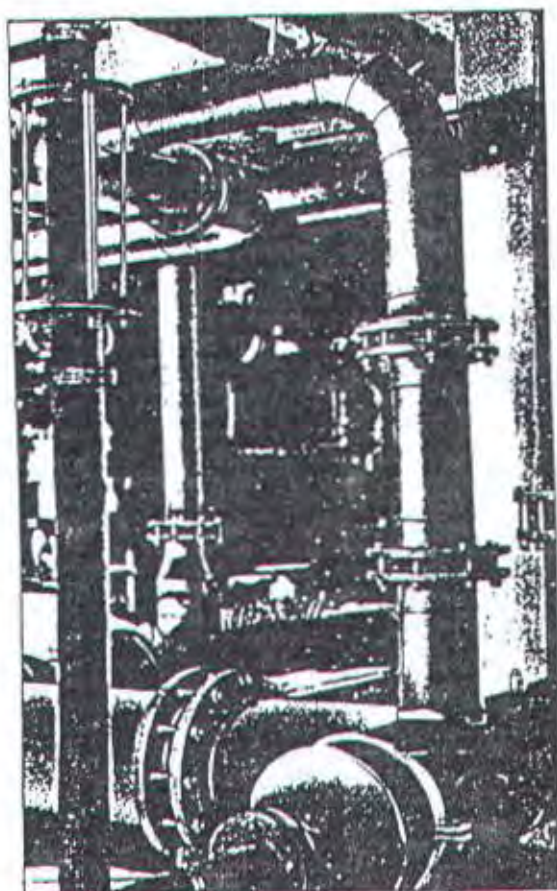
The pipe ends are then bolted together by means of blow flanges. The pulling device which is intended to protect the pipe from damage and remove any remaining unevenness must be fitted with special care.

To prevent length changes in the pipe due to variations in temperature and streaming flow pressures, the space between the old and new pipes can be filled with low viscosity concrete. If this concrete has to be pumped, the pump pressure should not exceed the buckling strength of the pipe. Suitable measures can be taken such as filling the pipe with water to prevent lifting forces from unduly deforming the pipe.

Untuk keperluan ini telah banyak bukti yang bisa dijadikan contoh, dengan cara perbaikan dengan biaya lebih murah, yang bisa kita temui pada saluran-saluran air, limbah dan gas.

Tergantung pada kondisi dan rute pipa yang lama, panjang saluran sampai dengan 400 m masih bisa dilalui. Pada bagian bagian sambungan yang dihubungkan, pipa yang lama harus dibuka. Ujung-ujung pipa harus disambung dengan menggunakan flensa.

Untuk menghindari pemuaian pada pipa karena adanya perubahan temperatur dan tekanan air, ruang antara pipa yang lama dengan yang baru bisa diisi dengan campuran semen lembek, asal kan tekanan tidak melampaui daya tahan pipa. Untuk bisa melihat ketepatan ukuran campuran semen lembek yang disisipkan kita bisa menambah air agar campuran semen dapat merata.



Chemicals and Corrosive Liquids

PE pipes are resistant to a wide range of corrosive liquids from PH 0 to 14.

In many cases it can replace lead, glass, rubber, copper, stainless steel and other expensive piping materials used in many chemical factories.

Butt Welding of PE pipe is a simple operation and is entirely leak-proof. Flange joints are equally simple. PE pipes offer trouble free, smooth operation with minimum maintenance.

Pipa PE tahan terhadap cairan korosi dari PH 0 s.d 14. Dalam banyak hal pipa ini bisa menggantikan pipa korosi, tembaga, baja anti karat dan bahan-bahan pipa yang mahal lainnya yang digunakan pada pabrik-pabrik kimia.

Pengelasan dengan sistem Butir pada pipa PE mudah dilakukan dan tahan bocor, demikian juga pada sistem sambungan flang juga sederhana pemasangannya. Pipa PE bebas masalah, mulai dari penggunaannya dengan perawatan minimum.

Effluent and Sewerage Disposal

PE pipes are definitely the best choice for effluent and sewerage disposal because of the superior corrosion resistance. Palm oil mills, chemical etching and cleaning, fertilisers are some of the industries that rely on PE pipes to carry corrosive effluents and chemicals. Compared with conventional piping for such applications, PE pipes are more economical, easy to install and trouble free in maintenance.

Pipa PE adalah pipa yang terbaik untuk saluran pematusan dan pembuangan karena anti karat dan tahan bahan-bahan kimia. Beberapa industri yang telah mempercayakan tugas tersebut pada pipa PE diantaranya adalah pabrik minyak kelapa, bahan kimia dan pupuk. Dibandingkan dengan pipa konvensional lainnya, pipa PE lebih ekonomis, mudah dipasang dan mudah perawatannya.

Tin Mining — Slurry Transportation

PE pipes have excellent abrasion resistance. It has been conclusively proven that they offer many times the life span of mild steel pipes when used under similar abrasive conditions.

Light weight, flexibility, smoothness of surface, resistance to corrosion and abrasion make these pipes ideal for use in the mining industry. PE pipes are extensively used for transportation of ore and dredging slurries, disposal of fine tailings, boiler ash, etc. They offer:

- 40% longer durability
- 60% less weight
- 20% less pumping friction
- 100% corrosion resistance

Other benefits are:

- Easy joining by flanges
 - Reduced labour costs and increased working speed
- Long lasting PE pipes improve mining efficiency by reducing costs to pipe replacement, prolonging the intervals between pipe rotation and reducing down time.

Pipa PE tahan terhadap abrasi dan telah terbukti lebih tahan lama dibandingkan jenis pipa lainnya, jika digunakan dalam kondisi dan resiko abrasi yang sama.

Dengan berat ringan, permukaan halus, anti abrasi dan karat, pipa ini sangat ideal untuk industri pertambangan dan saluran bahan-bahan lembek, saluran pembuangan, dan sebagainya dengan kondisi :

- 40% lebih masa ketahanannya
- 60% lebih ringan
- 20% kurang resiko gesekan
- 100% anti karat

Keuntungan lainnya :

Mudah disambung

Mengurangi biaya tenaga kerja dan meningkatkan efisiensi kerja. Ketahanan yang tinggi dari pipa ini akan meningkatkan efisiensi kegiatan pertambangan dan mengurangi biaya penggantian pipa, memperpanjang interval penggantian pipa dan mengurangi down time (Waktu yang tidak efektif).

POLYETHYLENE PIPES PE 50

ISO 4065)

Dimensions in millimetre

Nominal Outside diameter de	Nominal wall thicknesses (e)		
	Pipe series (S) ²⁾ and nominal pressure (PN) ³⁾ in MPa (bar)		
	S 12,5 PN 0,4 MPa (4 bar)	S 8 PN 0,6 MPa ⁴⁾ (6 bar)	S 5 PN 1,0 MPa (10 bar)
10	-	-	2,0
12	-	-	2,0
16	-	-	2,0
20	-	-	2,0
25	-	2,0	2,3
32	-	2,0	2,9
40	2,0	2,4	3,7
50	2,0	3,0	4,6
63	2,4	3,8	5,8
75	2,9	4,5	6,8
90	3,5	5,4	8,2
110	4,2	6,6	10,0
125	4,8	7,4	11,4
140	5,4	8,3	12,7
160	6,2	9,5	14,6
180	6,9	10,7	16,4
200	7,7	11,9	18,2
225	8,6	13,4	20,5
250	9,6	14,8	22,7
280	10,7	16,6	25,4
315	12,1	18,7	28,6
355	13,6	21,1	-
400	15,3	23,7	-
450	17,2	26,7	-
500	19,1	29,6	-
560	21,4	-	-
630	24,1	-	-
710	27,2	-	-
800	30,6	-	-
900	-	-	-
1000	-	-	-

The wall thicknesses are based on an induced stress at 20° C of 5 N/mm² (σ 50 kp/cm²).
 The series (S) is derived by the ratio σ/P where σ is the recommended induced stress at 20° C and P is the nominal pressure rating of pipe at 20° C (see ISO 4065).

The nominal pressure (PN) is the working pressure of the pipe at 20° C, see ISO 161/1.

For calculation at nominal pressure 0,63 MPa (6,3 bar), see ISO 161/1.

PERBANDINGAN ANTARA PIPA POLYETHYLENE (PE) DENGAN PIPA-PIPA LAINNYA

SIFAT-SIFAT	PIPA HDPE/HDPE	PIPA - PIPA LAINNYA		
		LIPIV	Batu/samen	Besi
1. KOMPOSISI BAHAN PIPA	Gatu jenis bahan	Kandungan dari dua atau lebih jenis bahan yang berlainan.		
2. PROSES PEMBUATAN	Dengan sistem ekstrusi sederhana tanpa adanya bahan tambahan, sehingga semua pipa memiliki sifat yang sama.	Dalam proses pembuatannya terdiri atas beberapa jenis bahan, serta memerlukan proses yang bertahap, sehingga hal ini mengakibatkan terjadinya korosi/karat pada masing-masing production.		
3. KETAHANAN KIMIA	Dipunyai daya tahan yang tinggi terhadap sifat-sifat kimia, seperti gas, asam dan basa mulai pH 0 - 14.	tinggi	Buruk	Sangat rentan terhadap korosi jika tanpa adanya perlindungan/paint.
4. KELIATANAN	Sangat lentur dapat digulung dengan diameter dalam 20 x dia; dalam pipa	Kaku	Kaku	Kaku
5. KEMAMPUAN PENYUSUTAN DALAM PIPA	Sangat kecil dengan nilai koefisien "Hanson Williams" $C = 150$	Liak, $C = 140$	Kasar, $C = 100$	Kasar, $C = 100$
6. BERAT	Sangat ringan	Ringan	Sangat berat	Ringan
7. KEKUATAN	Sangat kuat, sehingga tidak mudah pecah/retak walaupun dengan penanganan bagaimanapun juga.	Sangat memungkinkan terjadinya korosi atau pecah.		
8. PENGAWAHAN	Karena sangat ringan serta dapat digulung hingga mencapai 300 m dan untuk pipa ukuran besar dengan panjang 12 m, hal ini memudahkan dalam pengangkutan.	Tersebut hanya dalam ukuran panjang yang tidak lebih dari 8 m, sehingga diperlukan banyak peralatan dan tenaga kerja untuk pengangkutan.		
9. PENYAMBUNGAN	Dilakukan dengan menggunakan sistem pengelasan fusi tanpa diperlukan adanya bahan tambahan yang lain.	Dengan menggunakan soket atau soket dengan cara perekat.	Dengan sistem pengelasan besi sehingga mudah terjadinya korosi/karat pada bagian yang dilas.	
10. KEKUATAN DARI PAU SAMBUNGAN	Dengan cara pengelasan fusi akan sama kuatnya dengan pipa itu sendiri, sehingga defleksi pada sambungan tidak akan menimbulkan kerusakan.	Sangat terbalas terhadap momen dari defleksi pada bagian sambungannya serta daya rekatnya tergantung pada defleksi yang terjadi.		
11. CARA PENYAMBUNGAN	Sangat sederhana, tidak diperlukan adanya galian / landasan yang baik, tingkat kedalaman galian tidak terlalu penting karena penyambungan bisa dilakukan di atas galian dan tak perlu dibuka untuk waktu yang lama.	Diperlukan landasan yang baik serta kedalaman galian yang tepat guna menghindari adanya perubahan terhadap bagian sambungan. Penyambungan dilakukan didalam lubang galian serta diperlukan perhatian yang seksama untuk menghindari adanya pengompakan atau tanah.		

1
2 - 3
4 - 6
7
8 - 9
10 - 11
12 - 13
14
15
16 - 17
18 - 19
20

V.2. KONDISI TRAFIK

Penetapan kondisi yang eksis perihal kondisi fisik dan trafik melalui analisa distribusi dan densitas trafik, kondisi barang-barang yang ditangani tipe kapal, jumlah, dan bobot kapal. Data-data umum yang eksis tersebut selanjutnya diregresikan secara linier untuk mendapatkan variabel-variabel baru untuk waktu lima tahun ke depan.

Tabel 3. Data Arus Kunjungan Kapal di Pelabuhan Tg. Perak
TAHUN 1993 – 1999

Uraian	Satuan	Th. 1993	Th. 1994	Th. 1995	Th. 1996	Th. 1997	Th. 1998	Th. 1999
2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pelayaran Luar Negri	Unit	4,632	4,696	4,007	3,883	4,661	4,649	4,810
	GRT	18,650,637	19,479,634	17,179,331	17,887,994	22,755,063	20,725,384	23,800,838
Tramper	Unit	734	929	931	964	955	710	719
	GRT	5,887,915	8,294,749	7,935,614	8,771,805	8,850,689	6,091,416	7,051,415
JUMLAH 1.	Unit	5,366	5,625	4,938	4,847	5,616	5,359	5,529
	GRT	24,538,552	27,774,383	25,114,945	26,659,799	31,605,752	26,816,800	30,852,253
Pelayaran Dalam Negri	Unit	6,147	6,303	7,267	8,170	7,902	7,519	7,380
	GRT	9,621,712	13,440,346	19,535,712	22,951,042	22,064,521	21,695,465	22,364,150
Pelayaran Rakyat	Unit	2,642	2,620	2,119	1,956	1,743	1,653	1,348
	GRT	359,805	364,430	296,395	275,979	214,644	237,156	195,093
Pelayaran Perintis	Unit	47	12	23	12	12	0	0
	GRT	19,417	16,343	10,246	5,977	4,081	0	0
Pelayaran Negara/Tamu	Unit	0	68	23	8	36	34	28
	GRT	0	190,615	64,810	32,126	290,480	197,825	65,008
JUMLAH 2 s/d 5.	Unit	8,836	9,003	9,432	10,146	9,693	9,206	8,756
	GRT	10,000,934	14,011,734	19,907,163	23,265,124	22,573,726	22,130,446	22,624,251
JUMLAH 1 s/d 5.	Unit	14,202	14,628	14,370	14,993	15,309	14,565	14,285
	GRT	34,539,486	41,786,117	45,022,108	49,924,923	54,179,478	48,947,246	53,476,504

Langkan arus barang yang dibongkar dan diangkut melalui pelabuhan TPS ini dapat menjadi bahan analisa kecenderungan dominasi tipe kapal yang dilayani oleh pelabuhan ini. Tabel berikut memaparkan arus barang tersebut

Table 4. Data Arus Barang di Pelabuhan Tg. Perak
TAHUN 1993 - 1999

Uraian 2	Satuan 3	Th. 1993 4	Th. 1994 5	Th. 1995 6	Th. 1996 7	Th. 1997 8	Th. 1998 9	Th. 1999 10
bergeri								
port	Ton	3,369,868	4,960,517	5,028,619	4,852,683	5,473,084	4,624,671	4,862,039
	M ³	894,073	369,571	2,124,997	661,858	1,068,442	115,891	56,328
port	Ton	1,725,887	1,241,968	846,798	932,121	608,592	1,627,795	875,411
	M ³	408,779	239,317	225,007	51,234	173,933	152,631	149,661
JUMLAH 1.	Ton	5,095,755	6,202,485	5,875,417	5,784,804	6,081,676	6,252,466	5,737,450
	M ³	1,302,852	608,888	2,350,004	713,092	1,242,375	268,522	205,989
Negeri								
ngkar	Ton	3,041,731	3,694,425	4,683,768	3,251,163	3,679,008	4,389,970	4,933,394
	M ³	2,008,093	2,267,245	1,774,422	2,930,788	1,713,167	1,181,710	1,155,054
uat	Ton	1,741,168	1,977,100	3,772,450	2,467,885	2,089,443	2,021,905	1,707,983
	M ³	2,292,444	2,554,160	1,338,625	1,721,257	2,679,570	1,379,232	1,231,280
JUMLAH 2.	Ton	4,782,899	5,671,525	8,456,218	5,719,048	5,768,451	6,411,875	6,641,377
	M ³	4,300,537	4,821,405	3,113,047	4,652,045	4,392,737	2,560,942	2,386,334
JUMLAH 1 s/d 2	Ton	9,878,654	11,874,010	14,331,635	11,503,852	11,850,127	12,664,341	12,378,827
	M ³	5,603,389	5,430,293	5,463,051	5,365,137	5,635,112	2,829,464	2,592,323
nal Konvensional								
ar Negeri	Box	9,835	11,157	14,907	24,167	28,193	2,977	3,041
	Teus	18,233	16,449	17,846	26,028	28,676	4,118	3,352
alam Negeri	Box	73,586	80,697	111,488	180,928	259,622	192,912	209,091
	Teus	81,730	81,016	115,385	181,895	266,355	203,433	225,508
JUMLAH 3.	Box	83,421	91,854	126,395	205,095	287,815	195,889	212,132
	Teus	99,963	97,465	133,231	207,923	295,031	207,551	228,860
nal Peti Kemas	Box	0	0	0	0	0	0	0
	Teus	0	0	0	0	0	0	0
JUMLAH 3 s/d 4.	Box	83,421	91,854	126,395	205,095	287,815	195,889	212,132
	Teus	99,963	97,465	133,231	207,923	295,031	207,551	228,860

ANALISA DISTRIBUSI KAPAL

Dari data-data umum yang eksis tersebut maka analisa kuantitas dan tipe bahan-bahan buangan di tiap dermaga dapat dilakukan setelah melakukan pengkategorian minimal dan tipe kapal di pelabuhan yaitu general cargo, curah kering (dry-bulk), curah cair (liquid-bulk), break-bulk, dan kontainer. Tabel distribusinya adalah:

TABEL 5. PERKEMBANGAN YANG EKSIS

No.	TIPE KAPAL / TAHUN	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	I. KONTAINER								
	A. Rata-rata ukuran Kapal dalam GRT	16,415,263	19,859,303	21,397,242	23,727,358	25,749,381	23,262,706	25,415,285	27,702,661
	B. Jumlah Kapal	6,750	6,952	6,829	7,126	7,276	6,922	6,789	6,653
	II. BREAK-BULK								
	A. Rata-rata ukuran Kapal dalam GRT	4,109,293	4,971,452	5,356,450	5,939,757	6,445,937	5,823,439	6,362,302	6,934,909
	B. Jumlah Kapal	1,690	1,740	1,710	1,784	1,821	1,733	1,700	1,666
	III. DRY-BULK								
	A. Rata-rata ukuran Kapal dalam GRT	3,602,935	4,358,856	4,696,414	5,207,844	5,651,651	5,105,859	5,578,322	6,080,370
	B. Jumlah Kapal	1,481	1,526	1,499	1,564	1,597	1,519	1,490	1,460
	IV. LIQUID-BULK								
	A. Rata-rata ukuran Kapal dalam GRT	10,411,995	12,596,516	13,572,001	15,049,964	16,332,508	14,755,242	16,120,595	17,571,449
	B. Jumlah Kapal	4,281	4,410	4,332	4,520	4,615	4,391	4,306	4,220

Tabel di atas memaparkan kondisi tipe kapal yang secara rata-rata dilayani oleh TPS hingga tahun 1999. Data-data di atas kemudian secara regresi-linier diproyeksikan untuk mencari tahu kondisi trafik (khususnya tipe kapal) untuk masa tahun 2001 hingga 2005.

PERKIRAAN MASA 5 TAHUN KE DEPAN

PAL / TAHUN	2000	2001	2002	2003	2004	2005
RAINER						
-rata ukuran	27,702,661	34,682,187	41,583,942	49,447,087	58,388,769	63,643,756
al dalam GRT						
ah Kapal	6,653	6,517	6,386	6,259	6,133	6,011
K-BULK						
-rata ukuran	6,934,909	8,252,542	8,995,270	9,804,845	10,687,281	11,649,136
al dalam GRT						
ah Kapal	1,666	1,596	1,564	1,533	1,502	1,472
BULK						
-rata ukuran	6,080,370	6,048,573	6,592,945	7,186,310	7,833,078	8,812,213
al dalam GRT						
ah Kapal	1,460	1,064	1,043	1,022	1,001	981
D-BULK						
-rata ukuran	17,571,449	19,422,025	21,170,007	23,075,307	25,152,085	27,415,773
al dalam GRT						
ah Kapal	4,220	3,724	3,649	3,576	3,505	3,435

BESARNYA BUANGAN KAPAL

Tahap selanjutnya adalah pengklasifikasian kapasitas peralatan simpanan dan pengolahan yang dibutuhkan. Protipe fasilitas akan didapat akhirnya setelah dilakukan tahap-tahap; penentuan konsep sistem pengolahan yang dibutuhkan, perencanaan sistem fluida penyimpanan dan pengolahan serta perencanaan sistem operasional untuk proses transfer dan pembuangannya (disposal) ke luar lokasi pelabuhan. Besaran ini didapat dengan melihat konfigurasi rata-rata distribusi tipe kapal yang bersandar di pelabuhan TPS tiap tahun. Selain distribusi tipe kapal, distribusi jumlah kapal perlu diketahui guna mengetahui kemungkinan kuantitas penyimpanan limbah (wastes) yang merupakan fungsi jarak layar kapal, dimana selama voyage membawa buangan minyak potensial yang akan dibawa oleh kapal hingga bersandar di pelabuhan TPS. Melalui perhitungan tipe, jarak, rata-rata lama sandar kapal di TPS maka perkiraan besarnya kuantitas limbah kapal mengandung minyak dapat dilihat pada table di bawah.

TABEL 7.

DISTRIBUSI ASAL DAN TIPE KAPAL

Tujuan Kargo	P.O.I Crud/Prod Tanker/ Liquid Bulk	Vegetable/ Edible Oil Tanker/ Liquid Bulk	TOTAL	Fertiliser/ Raw Matr Dry Bulk	Iron scrap Dry Bulk	Food Grains Dry Bulk	TOTAL	Iron steel BreakBulk	Kayu Breakbulk	Permesinan Breakbulk	Komoditas yang lain Breakbulk	TOTAL
USA/Kanada (East Coast)	500	125	625	124	189	202	515	1250	375	381	250	2256
Amerika Latin	2	22	24	20	3	9	32	12	1	3	4	20
Laut Utara Dan Baltik	24	68	92	20	18	47	85	250	339	1107	238	1684
Mediterania	33	32	65	22	43	42	107	64	77	245	386	772
Laut Hitam	17	93	110	26	13	18	57	75	252	72	232	556
Afrika Barat	3	7	10	12	2	13	27	96	2	20	248	270
Timur Tengah												
Asia Tenggara	1419	1668	3087	12	43	156	211	144	33	387	375	795
Timur Jauh	13	15	28	56	34	58	148	102	363	101	228	794
Australia/ Selandia Baru	112	128	240	118	68	112	298	103	211	192	264	770
Lainnya	14	2	16	6	2	1	9	2	1	1	3	7
TOTAL	2137	2160	4306	416	415	658	1490	2098	1654	2509	2228	8489

TABEL 8. PERKIRAAN BUANGAN MINYAK (OILY WASTES) PER TAHUN

Tipe produk	Tipe Kapal	Jumlah Kapal	Rata-rata waktu sandar di pelabuhan	Total kuantitas buangan yang dihasilkan di pelabuhan			
				Lumpur Minyak (m ³)	Buangan Cairan Minyak (m ³)	Air Bilga berminyak (m ³)	Buangan Solid berminyak ton
P.O.I. mentah dan produknya	Oil Tanker	2,137	2.49	8,667	1,390	20,846	264
Fertiliser	Dry Bulk	416	6.15	7,513	1,198	18,029	225
Bahan Mentah	Dry Bulk	415	10.2	8,140	1,303	19,534	244
Curah kering	Dry Bulk	658	7.41	12,515	1,999	30,040	376
Curah Cair	Tanker / Liquid Bulk	2,160	1.93	6,847	1,100	16,424	204
General Cargo	Break Bulk/ General Cargo	6,261	3.59	47,738	7,634	114,569	1,429
Kontainer	Kapal Kontainer	2,228	1.96	8,654	1,384	20,819	261
TOTAL		14,275		100,093	16,008	240,262	3,002